ALBERT R. MANN
LIBRARY
NEW YORK STATE COLLEGES
OF
AGRICULTURE AND HOME ECONOMICS
AT
CORNELL UNIVERSITY

THE GIFT OF

Prof. George N. Lauman

Digitized by Google

DATE DUE

SEP 15 69

GAYLORD

PRINTED IN U.S.A.

Cornell University Library
S 585.L71N
Die Naturgesetze des Feldbaues.
3 1924 000 336 143

Digitized by Google

Die Naturgesetze

des

Feldbaues.

Von

Justus von Liebig,
Vorstand der königl. Akademie der Wissenschaften ꝛc. zu München.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1862.

Digitized by Google

5
585
L71N

361200

Die Herausgabe einer Ueberſetzung in franzöſiſcher und engliſcher Sprache, ſowie in anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniß des zweiten Bandes.

Seite

Die Pflanze . . . . . 1 bis 65

Chemische und kosmische Bedingungen des Pflanzenlebens. — Pflanzenentwickelung, anfängliche, geschieht auf Kosten der Reservenahrung. — Bedingungen der Entwickelung des Samenkeimes; Feuchtigkeit und Sauerstoff, ihre Wirkungen hierbei; Vorgänge beim Keimen. — Samenbeschaffenheit, Einfluß auf die Bildung der Aufnahmsorgane und auf die Erzeugung der Varietäten; Einfluß des Bodens und Klimas in diesen Richtungen. — Wurzelentwickelung, ihre Kenntniß wichtig für die Kultur; Bewurzelung der verschiedenen Pflanzen. — Vergleichung des Lebensactes der einjährigen, zweijährigen und dauernden Pflanzen. — Wachsthum der Spargelpflanze, als Beispiel einer dauernden Pflanze; Ansammlung von Reservenahrung in den unterirdischen Organen, Verwendung derselben; Wiesenpflanzen, Holzpflanzen. — Wachsthum der zweijährigen Pflanzen; die Turnipsrübe, Anderson's Versuche. — Wachsthum der jährigen Pflanzen; Sommerpflanzen; der Taback; das Winterkorn, Aehnlichkeit in seiner Entwickelung mit den zweijährigen Gewächsen; die Haferpflanze, Arendt's Untersuchung; Knop's Versuch mit einer blühenden Maispflanze. — Der Protoplastem (Zellbildungsstoffe), Bedingungen seiner Erzeugung; Bouffingault's Versuche; die organische Arbeit in den Pflanzen ist auf die Erzeugung des Protoplastems gerichtet. — Aufnahme der Nährstoffe durch die Pflanzen kein einfacher osmotischer Proceß; die Seegewächse; die Wasserlinsen; die Landpflanzen; Hales' Versuche über die Verdunstung durch die Blätter und Aufnahme durch die Wurzel. — Das Vermögen der Wurzel bei ihrer Nahrungsaufnahme Stoffe auszuschließen ist nicht absolut: Forchhammer, Knop. — Verhalten der Wurzeln von Land- und Wasserpflanzen gegen Salzlösungen, de Sauffure, Schloffberger; Verhalten der Landpflanzen gegen Salzlösungen im Boden. — Rolle derjenigen Mineralbestandtheile, welche constant in derselben Pflanzenart vorkommen; Eisen, Mangan, Jod und Chlorverbindungen. —

Digitized by Google

Seite

Stoffaufnahme aus den umgebenden Medien durch die Pflanze, Einfluß des in der Pflanze stattfindenden Verbrauchs; Thätigkeit der Wurzeln hierbei.

Der Boden . . . . . 65 bis 137

Der Boden enthält die Pflanzennahrung. — Roher Boden (Untergrund) und Culturboden (Krume); Umwandlung des Untergrundes in Krume. — Vermögen der Ackerkrume dem reinen und kohlensauren Wasser die pflanzlichen Nährstoffe zu entziehen (Absorptionsvermögen); ähnliches Verhalten der Kohle; Vorgang ein Act der Flächenanziehung; bei der Anziehung der Nährstoffe findet häufig noch eine chemische Umsetzung im Boden statt; Aehnlichkeit des Ackerbodens in seiner Gesammtwirkung mit der Knochenkohle. — Alle Ackerböden besitzen die absorbirende Eigenschaft aber in verschiedenem Grade. — Art der Verbreitung der Nährstoffe im Boden; chemisch und physikalisch gebundener Zustand derselben. — Nur die physikalisch gebundenen Nährstoffe sind für die Pflanzen geradezu aufnehmbar; sie werden durch die Pflanzenwurzel löslich gemacht. — Ernährungsvermögen des Bodens, von was es abhängt. — Verhalten eines erschöpften Bodens in der Brache. — Mittel durch welche die chemisch gebundenen Nährstoffe im Boden in die für die Pflanze aufnehmbare Form übergeführt werden. — Einwirkung von Atmosphäre und Klima, von verwesenden organischen Stoffen, von chemischen Mitteln. — Verbreitung der Phosphorsäure; der Kieselsäure, Einfluß der organischen Bestandtheile hierbei. — Wirkung des Kalkes. — Aufnahme der pflanzlichen Nährstoffe im Boden durch die Wurzelspitze, Vorgang. — Mechanische Bearbeitung des Bodens, ihr Erfolg auf das Pflanzenwachsthum; chemische Bodenbearbeitungsmittel. — Aufeinanderfolge der Früchte, ihr Einfluß auf die Bodenbeschaffenheit; Wirkung der Drainirung — Die Pflanzen empfangen ihre Nahrung nicht aus einer im Boden circulirenden Lösung; Untersuchung der Drain-, Lysimeter-, Quell- und Flußwasser; Sumpfwasser, sein Gehalt an pflanzlichen Nährstoffen; Brückenauer Quellwasser enthält flüchtige Fettsäuren; Gehalt der natürlichen Wässer an pflanzlichen Nährstoffen hängt von der Beschaffenheit der Böden ab, durch welche sie fließen. — Schlamm- und Moorerde als Dünger, Erklärung ihrer Wirksamkeit. — Art und Weise wie die Pflanzen ihre Nahrung im Boden aufnehmen; Wachsthumsversuche mit Pflanzen in wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe; solche in Böden, welche die pflanzlichen Nährstoffe in physikalischer Bindung enthielten. — Zusammenhang der Naturgesetze. — Mittelertrag, Menge der aufnehmbaren Nährstoffe, die der Boden zur Erzielung eines solchen enthalten muß; Bedeutung der Oberfläche der Nährstoffe im Boden; der Wurzeloberfläche. — Nährstoffmenge bei einer bestimmten Wurzeloberfläche zur Erzeugung einer Weizen- oder Roggenernte. — Bodenanalysen. — Unterschied zwischen Fruchtbarkeit und Ertragsvermögen eines Feldes. — Wurzeloberfläche, Weg ihrer relativen Feststellung. — Verwandlung von Roggenboden in Weizenboden;

Digitized by Google

Seite

Menge der dazu nöthigen Nährstoffe; Unausführbarkeit eines solchen Vorhabens in der Praxis. — Die Unbeweglichkeit der Nährstoffe im Boden und die Erfahrungen des Feldbaues. — Reeller und ideeller Maximalertrag des Feldes. — Wirksammachung der chemisch gebundenen Nährstoffe in der Praxis. — Wirksamkeit eines zugeführten Düngemittels hängt von der Bodenbeschaffenheit ab. — Unrichtiges Verhältniß der Nährstoffe im Felde; seine Wirkung auf die verschiedenen Kulturpflanzen; Mittel zur Herstellung des richtigen Verhältnisses.

Verhalten des Bodens zu den Nährstoffen der Pflanzen in der Düngung . . . . . 137 bis 172

Dünger, Begriff, seine Wirkung auf die Pflanzen als Nahrungs- und Bodenverbesserungsmittel. — Düngerwirkungen auf Böden, deren Absorptionsvermögen verschieden ist. — Jede Ackererde hat ein bestimmtes Absorptionsvermögen; die Verbreitung der Nährstoffe im Boden verhält sich umgekehrt wie dieses; Mittel dem Absorptionsvermögen entgegen zu wirken. — Absorptionszahlen, Begriff; ihre Vergleichung bei verschiedenen Feldern; ihre Wichtigkeit für den Feldbau. — Mit Nährstoffen gesättigte Erde, ihr Verhalten gegen Wasser. — Menge der Nährstoffe, welche zur Sättigung eines Bodens gehören. — Die Pflanzen bedürfen keines gesättigten Bodens zu ihrem Wachsthum. — Art und Weise wie der Landwirth seine Felder düngt; er düngt gleichsam mit gesättigter Erde. — Wichtigkeit der gleichförmigen Vertheilung der Nährstoffe in den Düngemitteln; frischer und verrotteter Stalldünger, Compost; Wichtigkeit des Torfkleines für die Düngerbereitung. — Nährstoffmenge ungedüngter Felder und ihr Ertragsvermögen, scheinbar unverhältnißmäßige Steigerung des letzteren durch Düngerzufuhr; hierher gehörige Versuche; Erklärung; Zusammensetzung des Bodens und sein Absorptionsvermögen gegenüber den Bedürfnissen der darauf zu cultivirenden Pflanzen; Pflanzen der Krume und des Untergrundes, hierauf bezügliche Feldbestellung und Düngung. — Die Kleemüdigkeit; Gilbert's und Lawes' Versuche, ihre Schlüsse, Werth derselben.

Der Stallmist . . . . . 172 bis 196

Die Fruchtbarkeit der Felder hängt ab von der Summe der aufnahmsfähigen, ihre Dauer von der Summe der vorhandenen Nährstoffe im Boden. — Chemische und landwirthschaftliche Erschöpfung des Bodens. — Erschöpfung des Bodens durch die Cultur, ihr gesetzmäßiger Verlauf; Abänderung des Verlaufes durch den Uebergang der im Boden chemisch gebundenen Nährstoffe in den Zustand der physikalischen Bindung; Abänderung durch theilweisen Ersatz der entzogenen Nährstoffe. — Verlauf der Erschöpfung bei verschiedenem Culturverfahren. — Cerealienbau, Ernte des Korns und Zurücklassung des Strohes auf dem Felde, Folge; Einschiebung von Klee- und Kartoffelbau, Wirkung der theilweisen oder ganzen Zurückerstattung der Bestandtheile der Klee- und

Digitized by Google

Seite

Kartoffelernte; Theilung der Felder, Anhäufung der Stoffe, welche im Klee- und Kartoffelfelde erhalten wurden in dem Weizenfelde, das Ertragsvermögen des Weizenfeldes wird hierdurch erhöht; Anbau der Futtergewächse, theilweise Entziehung ihrer Nährstoffe aus dem Untergrunde, bei Zuführung ist der Erfolg: Erhöhung des Ertragsvermögens der Krume. — Naturgesetzlicher Zusammenhang zwischen dem Anbau der Korngewächse und dem der Futtergewächse, sein Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Felder. — Die Erschöpfung der Felder wird aufgehoben durch den Ersatz der entzogenen Bodenbestandtheile; die Excremente der Menschen und Thiere enthalten diese, ihre Zuführung von Seiten des Landwirthes.

Die Stallmistwirthschaft . . . . . 196 bis 266

Zu lösende Fragen. — Die Reuning'schen Versuche, ihre Bedeutung. — Erträge der ungedüngten Felder. — Einfluß der Vorfrucht, der Lage des Feldes und der climatischen Verhältnisse auf den Ertrag. — Jedes Feld besitzt ein ihm eigenes Ertragsvermögen. — Hohe Erträge, ihre Abhängigkeit, ihre Dauer. — Dichtigkeit der Nährstoffe, was man darunter versteht. — Die Dichtigkeit der Nährstoffe im Boden steht mit dem Ertrage im Verhältnisse; in einem erschöpften Felde ist sie eine geringe. — Korn- und Strohertrag der Felder; Einfluß des Verhältnisses an aufnehmbarer Pflanzennahrung im Boden, sowie der äußeren Wachsthumsverhältnisse darauf; zugeführte Nährstoffe, ihre Wirkung. — Kartoffel-, Hafer- und Kleeerträge der sächsischen Felder, Rückschluß auf die Feldbeschaffenheit. — Erträge der mit Stallmist gedüngten Felder; Mehrerträge über ungedüngt, sie lassen sich nicht ableiten von der gegebenen Stallmistmenge. — Herstellung des Ertragsvermögens erschöpfter Felder durch Vermehrung des in minimo im Boden enthaltenen nothwendigen Nährstoffes; vortheilhafte Verwendung des Stallmistes in dieser Beziehung, Erklärung des Erfolges. — Die Wirkung eines zugeführten Düngemittels steht im Verhältnisse zu einer gewissen Menge desselben, Versuche. — Die beim Betriebe sich ergebenden Stallmistmengen, sowie die dem Felde einverleibten, von was sie abhängig. — Wirthschaftsbetrieb, rationeller. — Tiefe bis zu welcher die pflanzlichen Nährstoffe dringen, ist abhängig von dem Absorptionsvermögen des Bodens; die sächsischen Felder in dieser Beziehung; Rücksichtsnahme bei der Düngung auf das Absorptionsvermögen. — Aenderungen, welche das Feld in seiner Zusammensetzung beim Stallmistbetrieb erfährt; die einzelnen Stadien dieser Wirthschaft, Ende derselben. — Beispiel: die sächsischen Versuchsfelder in ihren durch die Stallmistwirthschaft hervorgebrachten verschiedenen Zuständen. — Ursache der Verunkrautung der Felder, Abhülfe. — Die Geschichte des Feldbaues, was sie lehrt. — Stadium, in welchem sich die europäische Landwirthschaft befindet. — Jetzige Erträge der Felder; ihr Vergleich mit früheren; Schlüsse. — Die Dauer der Erträge von einem Naturgesetze beherrscht. — Gesetz des Wiedererſatzes; seine mangelhafte Ausübung. — Ackerbau

Digitized by Google

Seite

zur Zeit Karl des Großen. — Ackerbau in der Rheinpfalz. — Getreidefelder im Nilthale und im Gangesbecken, die Natur sorgt für den Wiedererſatz. — Die praktiſche Landwirthſchaft und das Geſetz des Wiedererſatzes. — Die ſtatiſtiſchen Erhebungen der Mittelernten geben Aufſchluß über den Zuſtand der Getreidefelder.

Guano . . . . . 267 bis 282

Zuſammenſetzung; Vergleich derſelben mit der der Samenaſchen; ſein geringer Gehalt an Kali; ſeine Wirkung. — Guano und Knochenmehl, Aehnlichkeit ihrer wirkſamen Beſtandtheile. — Guano wirkt raſcher als Knochenmehl, oder Knochenmehl und Ammoniakſalze; Urſache. — Gehalt des Peruguano an Oxalſäure; die Phosphorſäure des Guano wird hierdurch löslich. — Peruguano, ſein Erfolg beim Kornbau. — Feuchter Guano erleidet Ammoniakverluſt. — Befeuchtung des Guano mit ſchwefelſäurehaltigem Waſſer, Erfolg. — Unwirkſamkeit des Guano bei trockenem, bei ſehr naſſem Wetter. — Düngemittel, Nachheit ſeiner Wirkung, von was ſie abhängt. — Guano und Stallmiſt, Vergleich ihrer Wirkſamkeit; welchen Erfolg ſie zuſammen in beſtimmten Verhältniſſen ausüben. — Guanodüngung auf einem ammoniakreichen Felde. — Ertragserhöhende Wirkung des Guano, was ſie vorausſetzt. — Erſchöpfung der Felder durch fortwährende Guanodüngung. — Vermiſchung des Guano mit Gyps, mit Schwefelſäure. — Die ſächſiſchen Anbauverſuche, ihre Ergebniſſe.

Poudrette, Menſchenexcremente . . . . . 282 bis 286

Poudrette, Begriff; ihr geringer Gehalt an pflanzlichen Nährſtoffen. — Menſchliche Excremente, ihr Werth. — Einrichtung der Caſernabtritte in Raſtatt; Größe der Auffammlung; ihre Bedeutung für die umliegenden Felder. — Desinfection mit Eiſenvitriol ſchadet der Wirkung der Excremente nicht. — Die Städteexcremente und das platte Land.

Phosphorſaure Erden . . . . . 287 bis 293

Hohe landwirthſchaftliche Bedeutung der Phosphate. — Die Phosphate des Handels; ihre Auswahl von Seiten des Landwirthes nach ſeinem zu erreichenden Zwecke und ſeinem Boden. — Die Raſchheit und die Dauer der Wirkung der neutralen und aufgeſchloſſenen Phosphate. — Die ſächſiſchen Düngungsverſuche, ihre Reſultate.

Repskuchenmehl . . . . . 293 bis 297

Begriff; Zuſammenſetzung; die Verbreitbarkeit ſeiner Beſtandtheile im Boden iſt verhältnißmäßig groß. — Seine Bedeutung als Düngemittel iſt gering. — Die ſächſiſchen Anbauverſuche mit Repskuchenmehl, Schlüſſe daraus.

Holzaſche . . . . . 298 und 299

Ihr Gehalt an Pflanzennahrungsſtoffen. — Buchenholzaſche giebt nur die eine Hälfte ihres Kalis leicht an Waſſer ab. —

Digitized by Google

Seite

Vermischung der Holzasche mit Erde, ihre Zweckmäßigkeit. — Ausgelaugte Asche, ihr Werth. — Aschendüngung, wie sie geschehen soll.

Ammoniak und Salpetersäure . . . . . 300 bis 348

Quellen, aus welchen die Pflanzen ihre Stickstoffnahrung beziehen. — Gehalt der atmosphärischen Niederschläge an Ammoniak und Salpetersäure; Bineau, Bouffingault, Knop. — Gehalt der Luft an Ammoniak. — Stickstoffnahrung, wie viel dem Boden jährlich durch die atmosphärischen Niederschläge zugeführt wird; er erhält mehr, als er in den Ernten verliert. — Abnahme des Ertragsvermögens eines Feldes, von was es gewöhnlich abhängig ist. — Anordnung der Düngemittel nach ihrem Stickstoffgehalt; verdaulicher und schwerverdaulicher Stickstoff; die Stickstofftheorie: nur an Ammoniak fehlt es dem Boden; Aehnlichkeit derselben mit der Humustheorie. — Düngungsversuche mit Ammoniakverbindungen; von Schattenmann, von Lawes und Gilbert; vom landwirthschaftlichen Verein in München; von Kuhlmann. — Die Wirkung der Dünger steht nicht im Verhältniß zu ihrem Ammoniakgehalte. — Die Fruchtbarkeit der Felder ist unabhängig von ihrem Stickstoffgehalte; Versuche. — Der Stickstoffreichthum des Ackerbodens; Untersuchungen von Schmid, Pierre, über denselben; die Ackerkrume ist am reichsten an Stickstoff. — Form, in welcher das Ammoniak im Boden enthalten ist; Mayer's Versuche. — Verhalten des Bodens und des Stallmistes gegen die Einwirkung der Alkalien. — Der in vermeintlich unwirksamer Form im Boden vorhandene Stickstoff wird wirksam durch die zugeführten, dem Boden mangelnden Aschenbestandtheile. — Unmöglichkeit eines Fortschrittes im landwirthschaftlichen Betriebe, wenn die Fruchtbarkeit der Felder abhängt von der künstlichen Zufuhr der Ammoniakverbindungen; die Erfolge der Ammoniaksalzdüngung nach Lawes. — Die Abhängigkeit der Fruchtbarkeit der Felder von der künstlichen Ammoniakzufuhr gegenüber den erzeugten Kornwerthen und den zunehmenden Bevölkerungen. — Vermehrung der Stickstoffnahrung der Pflanzen, wie sie auf natürlichem Wege geschieht; Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak bei Oxydationsprocessen in der Luft nach Schönbein. — Ueberschuß an zuzuführenden Nährstoffen, um den Acker fruchtbar für Getreidebau zu machen; Gründe. — Der zu gebende Ueberschuß an Stickstoffnahrung für den Getreidebau, wie er von Seiten des Landwirthes aus den natürlichen Quellen gedeckt werden kann. — Bei den sächsischen Feldern war die Zufuhr von Stickstoff im Stallmiste den Kleebeuerträgen entsprechend. — Verlust des Kalkbodens an Stickstoffnahrung durch den Verwesungsproceß; Nützlichkeit einer Zufuhr von Ammoniak auf solchen Boden. — Einfluß der Stickstoffnahrung auf das Aussehen der jungen Pflanzen; auf die Kartoffelpflanzen. — Empirischer und rationeller Betrieb.

Digitized by Google

Seite

Kochsalz, salpetersaures Natron, Ammoniaksalze, Gyps, Kalk . . . . . 348 bis 365

Wirkung dieser Stoffe als Nahrungsmittel; ihr Einfluß auf die Beschaffenheit der Felder. — Kuhlmann's Düngungsversuche mit Kochsalz, salpetersaurem Natron und Ammoniaksalzen; Düngungsversuche mit denselben Stoffen in Bayern, Schlüsse; diese Salze sind Nahrungsmittel; sie sind chemische Bodenbereitungsmittel; sie verbreiten Nährstoffe im Boden und führen sie in die für das Pflanzenwachsthum richtige Form über. — Düngungsversuche mit Gyps und Bittersalz bei Klee nach Pincus; Verminderung der Blüthen und Vermehrung der Stengel und Blätter der Kleepflanzen bei der Düngung mit Sulfaten; die Erträge stehen nicht im Verhältniß zu den gegebenen Schwefelsäuremengen. — Grund der Wirkung des Gypses noch nicht aufgeklärt; Fingerzeig im Verhalten des Gypswassers gegen Kleeboden; das Gypswasser verbreitet Kali und Bittererde im Boden. — Düngemittel, ihre Wirksamkeit erklärt sich nicht aus der Zusammensetzung der Pflanzen, welche unter ihrem Einflusse gewachsen. — Zusammensetzung der Asche des verschieden gedüngten Klees. — Wirkung des Kalkes; Versuche von Kuhlmann und Träger; Verhalten des Kalkwassers gegen Ackererde.

Anhang . . . . . 366 bis 447

Buchenblätter und Spargelpflanze, ihre Aschenbestandtheile in verschiedenen Wachsthumszeiten. — Das Amylon der Palmstämme. — Die Saftbewegung in den Pflanzen. — Drainwasser, Lysimeterwasser, Flußwasser, Moorwasser, ihre Bestandtheile. — Fontinalis antipyretica aus zwei verschiedenen Flüssen, ihre Aschenzusammensetzung. — Die Vegetation der Maispflanze in den wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe. — Vegetationsversuch mit Bohnen in reinem und zubereitetem Torfe, Resultate. — Die japanesische Landwirthschaft. — Die Culturfelder der heißen Zone, ihre Erschöpfbarkeit, ihre Düngung. — Kleeanalysen nach Pinius. — Die Kleekrankheit, ihre Ursache.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die

Naturgesetze des Feldbaues.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Pflanze.

Um eine klare Einsicht in das landwirthschaftliche Cultur-verfahren zu gewinnen, ist es nöthig, sich an die allgemeinsten chemischen Bedingungen des Pflanzenlebens zu erinnern.

Die Pflanzen enthalten verbrennliche und unverbrennliche Bestandtheile. Die letzteren sind die Bestandtheile der Aschen, welche alle Pflanzentheile nach dem Verbrennen hinterlassen; die für unsere Culturpflanzen wesentlichsten sind: Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Eisen, Kochsalz.

Aus Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelsäure und Wasser entstehen ihre verbrennlichen Bestandtheile.

Aus diesen Stoffen bildet sich im Lebensprocesse der Gewächse der Pflanzenleib, und sie heißen darum Nahrungsmittel; alle Nahrungsmittel der Culturpflanzen gehören dem Mineralreiche an; die luftförmigen werden von den Blättern, die feuerbeständigen von den Wurzeln aufgenommen, die ersteren sind häufig Bestandtheile des Bodens und sie verhalten sich dann zu den Wurzeln ähnlich wie zu den Blättern, d. h. sie können auch durch die Wurzeln in die Pflanze gelangen.

Die luftförmigen sind Bestandtheile der Atmosphäre und ihrer Natur nach in beständiger Bewegung; die feuerbeständigen sind bei den Landpflanzen Bestandtheile des Bodens und kön-

Digitized by Google

nen den Ort, wo sie sich befinden, nicht von selbst verlassen. Die cosmischen Bedingungen des Pflanzenlebens sind Wärme und Sonnenlicht.

Durch das Zusammenwirken der cosmischen und chemischen Bedingungen entwickelt sich aus dem Pflanzenkeime oder dem Samen die vollkommene Pflanze. In seiner eigenen Masse enthält der Samen die Elemente zur Bildung der Organe, welche bestimmt sind, Nahrung aus der Atmosphäre und dem Boden aufzunehmen; es sind dies stickstoffhaltige, in ihrer Zusammensetzung dem Käsestoff der Milch oder dem Bluteiweiß ähnliche Stoffe, ferner Stärkmehl, Fett, Gummi oder Zucker und eine gewisse Menge von phosphorsauren Erden und alkalischen Salzen.

Der Mehlkörper des Getreidesamens, die Bestandtheile der Keimblätter der Leguminosen, werden zu Wurzeln und Blättern der entstehenden Pflanze. Läßt man den Samen von Getreide in Wasser keimen und auf einer Glasplatte fortwachsen, welche mit feinen Löchern versehen ist, durch welche die Wurzeln in das Wasser reichen, so wächst das Korn, ohne daß ihm irgend ein unverbrennlicher Nahrungsstoff, oder ein Bodenbestandtheil zugeführt wird, mehrere Wochen lang fort; nach drei bis vier Wochen bemerkt man, daß die Spitze des ersten Blattes anfängt gelb zu werden, und wenn man das Korn jetzt untersucht, so findet man einen leeren Balg, die Stärke ist mit der Cellulose verschwunden (Mitscherlich); die Pflanze stirbt damit nicht ab, sondern es erzeugen sich neue Blätter, häufig ein schwacher Stengel, indem die Bestandtheile der erstgebildeten, abwelkenden Blätter zur Bildung neuer Triebe verwendet werden.

Es gelingt unter günstigen Verhältnissen, Samen mit besonders starken, an Nährsubstanzen reichen Keimblättern, z. B. Bohnen, durch Vegetiren in bloßem Wasser zum Blühen, ja zum

Digitized by Google

Ansetzen kleiner Samen zu bringen; allein diese Entwickelung ist meistens nicht mit einer merklichen Zunahme an Masse verbunden, sondern beruht auf einem einfachen Wandern der Samenbestandtheile.

Die Ernährung ist ein Aneignungsproceß der Nahrung; eine Pflanze wächst, wenn sie an Masse zunimmt, und ihre Masse vermehrt sich, indem sie von Außen Stoffe aufnimmt, die ihrer Natur nach geeignet sind, zu Bestandtheilen des Pflanzenkörpers zu werden und die Thätigkeiten zu unterhalten, welche ihren Uebergang bedingen.

Die Knospe an einer Kartoffelknolle verhält sich zu den Bestandtheilen der Knolle, wie der Keim an einem Getreidesamen zu dem Mehlkörper; indem sie sich zu der jungen Pflanze entwickelt, wird das Stärkmehl, die stickstoffhaltigen und Mineralbestandtheile des Saftes der Knolle zur Bildung der jungen Stengel und Blätter verbraucht. An einer Kartoffel, die in dickem Papier eingewickelt in einer Schachtel in dem chemischen Laboratorium zu Gießen an einem vollkommen dunklen trockenen warmen Orte, wo die Luft nur wenig wechselte, lag, hatte sich aus jeder Knospe ein einfacher, weißer, viele Fuß langer Trieb entwickelt ohne Spur von Blättern, an welchem Hunderte von kleinen Kartoffeln saßen, welche ganz dieselbe innere Beschaffenheit wie die in einem Felde gewachsenen Knollen besaßen, die aus Cellulose bestehenden Zellen waren mit Stärkekörnchen angefüllt; es ist gewiß, daß die Stärke der Mutterkartoffel sich nicht fortbewegen konnte, ohne löslich zu werden, aber es kann nicht minder bezweifelt werden, daß in den sich entwickelnden Trieben eine Ursache vorhanden war, welche die in Lösung übergegangenen Bestandtheile der Mutterknolle beim Ausschluß aller äußeren Ursachen, welche das Wachsen bedingen, wieder rückwärts in Cellulose und Stärkekörnchen verwandelt hat.

Digitized by Google

Die Bedingungen zur Entwickelung eines Samenkeims sind Feuchtigkeit, ein gewisser Wärmegrad und Zutritt der Luft; beim Ausschluß von einer dieser Bedingungen keimt der Same nicht. Durch den Einfluß der Feuchtigkeit, welche der Same einsaugt und durch welche er anschwillt, stellt sich ein chemischer Proceß ein; einer der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Samens wirkt auf die anderen und das Stärkmehl und macht sie in Folge einer Umsetzung ihrer Elementartheilchen löslich, aus dem Kleber entsteht Pflanzeneiweiß, aus dem Stärkmehl und Oel entsteht Zucker. Wenn der Sauerstoff der Luft hierbei ausgeschlossen ist, so gehen diese Veränderungen nicht, oder in anderer Weise vor sich; in Wasser untergetaucht oder in einem Boden mit stehendem Wasser, welches den freien Zutritt der Luf abschließt, entwickelt sich der Blattkeim der Landpflanzen nicht. Aus diesem Grunde erhalten sich manche Samen, welche tief in der Erde, oder dem Schlamme von Morästen liegen, viele Jahre, ohne zu keimen, obwohl Feuchtigkeit und Temperatur günstig sind. Häufig bedeckt sich die Erde aus Morästen, an die Luft gebracht oder aus dem tiefen Untergrund aufgepflügt, mit einer Vegetation aus Samen, welche zu ihrer Entwickelung des freien Zutritts der Luft bedurfte. Bei einer niederen Temperatur wird der Antheil, den die Luft an dem Keimungsproceß nimmt, aufgehoben oder verlangsamt, beim Steigen derselben und hinlänglichem Wasserzutritt werden die chemischen Umwandlungen im Samen beschleunigt. Kein Same keimt unter 0°, ein jeder bei einer bestimmten Temperatur, daher in bestimmten Jahreszeiten. Die Samen von Vicia faba, Phaseolus vulgaris und des Mohns verlieren bei 35° getrocknet ihre Keimkraft, die von Gerste, Mais, Linse, Hanf und Lattich behalten sie dabei, und Weizen, Roggen, Wicke und Kohl behalten sie noch bei 70°.

Während des Keimens wird Sauerstoff aus der Luft in

Digitized by Google

der Umgebung des Samens aufgenommen und ein gleiches Maß Kohlensäure entwickelt.

Wenn man Samen in Gläsern keimen läßt, auf deren inneren Seite ein Streifen von Lackmuspapier befestigt ist, so wird dieses durch ausschwitzende Essigsäure geröthet, oft in ganz kurzer Zeit; am stärksten und raschesten fand die Entwickelung von freier Säure statt beim Keimen von Cruziferen, Kohl, Rüben (Becquerel, Edwards). Sicher ist, daß der flüssige Zelleninhalt der Wurzeln, sowie der Saft der meisten Pflanzen sauer reagirt, von einer nicht flüchtigen Säure; der Saft junger Frühlingstriebe vom Weinstock giebt beim Abdampfen eine reichliche Krystallisation von saurem weinsaurem Kali.

Die Versuche von Decandolle und Macaire, welche bis jetzt nicht widerlegt sind, zeigen, daß starke Pflanzen von Chondrilla muralis sowie von Phaseolus vulgaris, die man, nachdem sie mit ihren Wurzeln aus der Erde genommen, in Wasser vegetiren ließ, nach acht Tagen dem Wasser eine gelbliche Farbe, einen opiumartigen Geruch und herben Geschmack ertheilten, während die Wurzel an dem Stengel abgeschnitten und beide in Wasser gestellt an das Wasser keine von den Substanzen abgaben, welche die ganze Pflanze abgegeben hatte.

Lattich und andere Pflanzen, die man, aus der Erde genommen, mit ihren durch Waschen vorher gereinigten Wurzeln in blauer Lackmustinktur vegetiren läßt, wachsen darin fort und zwar, wie es scheint, auf Kosten der Bestandtheile der unteren Blätter, welche abwelken; nach drei bis vier Tagen färbt sich die Lackmustinktur roth und die Röthung verschwindet beim Kochen, wonach es scheint, daß die Wurzeln Kohlensäure abgesondert hatten; bleiben die Pflanzen länger in der Lackmustinktur stehen, so zersetzt sie sich und wird neutral und farblos, während sich der Farbstoff, in Flocken abgeschieden, um die Wurzelfasern anlegt.

Digitized by Google

Von der ersten Bewurzelung einer Pflanze hängt ihre Entwickelung ab und es ist darum die Wahl der geeigneten Samen für die künftige Pflanze von der größten Wichtigkeit. Unter den Körnern derselben Weizensorte, welche im nämlichen Jahre und auf demselben Boden geerntet worden ist, bemerkt man große und kleine Körner und unter beiden solche, welche beim Zerbrechen eine mehlige, während andere eine hornige Beschaffenheit zeigen; die einen sind vollkommener, die anderen weniger vollkommen ausgebildet. Dies rührt daher, daß auf demselben Felde nicht alle Halme gleichzeitig Aehren treiben und blühen, und daß viele derselben Samen ansetzen, die in ihrer Reife anderen weit voran sind; die Samen der einen bilden sich selbst in ungünstiger Witterung vollkommener aus wie die der anderen Pflanzen. Ein Gemenge von Samen, welche ungleich in ihrer Ausbildung sind, oder welche ungleiche Mengen von Stärkmehl, Kleber und unorganischen Stoffen enthalten, geben gesäet eine Vegetation, welche ebenso ungleich wie die frühere, von der sie stammen, in ihrer Entwickelung ist.

Die Stärke und Anzahl der Wurzeln und Blätter, die sich beim Keimungsprocesse bilden, steht in Beziehung auf ihre stickstofffreien Bestandtheile im Verhältniß zu dem Reichthum an Stärkmehl im Samen, aus welchem sie entstehen. Ein an Stärkmehl armer Same keimt in ähnlicher Weise, wie ein daran reicher, bis aber der erstere eben soviel oder ebenso starke Wurzeln und Blätter in Folge von Nahrungsaufnahme von Außen gebildet hat, ist die Pflanze, die aus dem stärkmehlreicheren Samen entstand, um ebenso viel voran; ihre Nahrung aufnehmende Oberfläche ist von Anfang an größer geworden und ihr Wachsthum steht damit im Verhältniß.

Verkrüppelte oder in ihrer Ausbildung verkümmerte Samen

Digitized by Google

geben verkümmerte Pflanzen und liefern Samen, welche zum großen Theil denselben Charakter an sich tragen.

Dem Gärtner und Blumenzüchter ist die naturgesetzliche Beziehung der Beschaffenheit des Samens zur Hervorbringung einer Pflanze, welche die vollen, oder nur gewisse Eigenschaften ihrer Art an sich trägt, ebenso bekannt wie dem Viehzüchter, welcher zur Fortpflanzung und Vermehrung nur die gesundesten und die zu seinen Zwecken bestausgebildeten Thiere wählt. Der Gärtner weiß, daß die in einer Schote von einer Levkoyenpflanze eingeschlossenen platten und glänzenden Samen hochaufgeschossene Pflanzen mit einfachen, und die runzelichen, wie verkrüppelt aussehenden Körner niedere Pflanzen mit durchweg gefüllten Blumen liefern.

Durch den Einfluß des Bodens und des Klimas entstehen die verschiedenen Abarten, welche gleich Racen gewisse Eigenthümlichkeiten in sich tragen und durch die Samen beim Gleichbleiben der Bedingungen sich fortpflanzen; in einem andern Boden oder in anderen klimatischen Verhältnissen verliert die Abart wieder eine oder die andere ihrer Eigenthümlichkeiten.

Der Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf die Erzeugung von Varietäten zeigt sich am häufigsten bei Samen, welche unverdaut durch den Darmcanal der sie fressenden Thiere hindurchgehen und welche eine verschiedenartige Düngung empfangen, je nachdem sie zugleich mit den verschiedenen Excrementen verschiedener Thiere dem Boden zurückgegeben werden, wie z. B. bei Byrsonima verbascifolia (v. Martius).

In der Wahl der Saatfrüchte oder Samen ist die Berücksichtigung des Bodens und Klimas, von dem sie stammen, immer von Wichtigkeit. Für einen reichen Boden hält man in England Weizensamen von einem armen vorzugsweise geeignet, und der Rübsamen aus kälteren Gegenden oder Lagen giebt in wärmeren sichere Ernten. Der Kleesame und Hafer aus Gebirgsländern

Digitized by Google

wird dem aus Ebenen vorgezogen. Der Weizen aus Odessa und aus dem Banat (Ungarn) wird auch in kälteren Gegenden geschätzt. Am Oberrhein beziehen die Landwirthe ihren Hanfsamen aus Bologna und Ferrara.

Ebenso legen viele deutsche Landwirthe, zur Erzielung hochaufgeschossener gleich hoher Flachspflanzen auf den Leinsamen aus Kur- oder Livland einen besondern Werth, wo die Boden- und klimatischen Verhältnisse, namentlich ein kurzer warmer Sommer, die Blüthe- und Fruchtperiode mehr zusammendrängt, so daß die Blüthen gleichzeitig und gleichmäßig befruchtet werden und reifen und vollkommenen Samen bilden.

Der Einfluß der Witterung zur Zeit der Blüthe auf die Samenbildung ist Jedermann bekannt. Wenn nach dem Beginn der Blüthe durch eintretende kalte Witterung oder Regen die Entwickelung des Blüthenstandes verlängert wird, so setzen die später befruchteten Blüthen keine Samen an, weil die hierzu nöthige Nahrung von den zuerst befruchteten zu ihrer Ausbildung verwendet wird und es lohnen manche Pflanzen die Cultur überhaupt nicht, wenn die ausreifenden (klimatischen) Verhältnisse nur Theile des Blüthenstandes, nicht aber die ganze Pflanze zum Abschluß bringen.

Auch bei dem Hafer entwickeln sich häufig, von den Blattachsen aus, bei warmer und feuchter Witterung Seitenzweige, während am Haupthalm sich schon Aehren bilden, woher es kommt, daß am Ende der Vegetationszeit die Pflanze reife und unreife Samen trägt.

Der Boden übt durch seine Lockerheit und Festigkeit einen Einfluß auf die Bewurzelung aus. Die feinen, oft mit Korksubstanz bekleideten Wurzelfasern verlängern sich, indem sich an ihrer Spitze neue Zellen bilden, und müssen einen gewissen Druck ausüben, um sich einen Weg durch die Erdtheilchen zu bahnen; in

Digitized by Google

allen Fällen verlängert sich die Wurzelfaser in der Richtung hin, wo sie den schwächsten Widerstand zu überwinden hat, und die Verlängerung der Wurzelfaser setzt nothwendig voraus, daß der Druck, mit dem die sich bildenden Zellen die Erdtheile auf die Seite schieben, um etwas größer ist, als ihr Zusammenhang. Nicht bei allen Pflanzen ist die Kraft, mit welcher ihre Wurzelfasern den Boden durchdringen, gleich stark. Pflanzen, deren Wurzeln aus sehr feinen Fasern bestehen, entwickeln sich in einem zähen, schweren Boden nur unvollkommen, in welchem andere, welche starre und dickere Wurzelfasern zu bilden vermögen, mit Ueppigkeit gedeihen. Der Widerstand, den der Boden der Verbreitung der letzteren entgegensetzt, ist zunächst der Grund ihrer Verstärkung.

Unter den Getreidearten bildet der Weizen bei einer verhältnißmäßig schwachen Wurzelverzweigung in der Ackerkrume die stärksten Wurzeln, welche oft mehrere Fuß tief in den Untergrund eindringen; eine gewisse Festigkeit der Bodenoberfläche ist seiner Wurzelentwickelung günstig. Es sind Fälle bekannt, wo Stücke eines Weizenfeldes im Winter durch Pferde so sehr zusammengetreten waren (was in den Fuchsjagddistricten Englands nicht ungewöhnlich ist), daß eine jede Spur von einer Weizenpflanze zerstört war, während die Ernte gerade auf diesem Stücke im folgenden Jahre die der anderen weit übertraf. Einen solchen Eingriff kann offenbar nur eine Pflanze bestehen, deren Hauptwurzeln sich in den tieferen Schichten der Ackerkrume abwärts verbreiten. Die Haferpflanze steht in Beziehung auf die Wurzelentwickelung und deren Fähigkeit, den Boden zu durchdringen, der Weizenpflanze am nächsten, sie gedeiht in einem Boden von einer gewissen Festigkeit, da aber ihre Wurzeln auch in der obersten Bodenschicht eine Menge ernährende seitliche feine Verzweigungen bilden, so muß diese eine gewisse Lockerheit

Digitized by Google

besitzen; ein offener loser Lehmboden, auch wenn er nur eine geringe Tiefe besitzt, ist vorzugsweise für die Gerste geeignet, welche ein Wurzelbündel von feinen, verhältnißmäßig kurzen Fasern bildet. Die Erbsen verlangen einen lockern, wenig zusammenhängenden Boden, welcher der Verbreitung ihrer weichen Wurzeln auch in tieferen Schichten günstig ist, während die starken holzigen Wurzeln der Saubohnen auch in einem strengen und festeren Boden nach allen Richtungen hin sich verzweigen. Klee und die Samen von Gräsern oder überhaupt solche, welche eine geringe Masse besitzen, treiben im Anfang schwache Wurzeln von geringer Ausdehnung und bedürfen um so mehr Sorgfalt in Beziehung auf die Zubereitung des Bodens, um ihr gesundes Wachsthum zu sichern. Der Druck einer Erdschicht von $^1/_2$ bis 1 Zoll Dicke bewirkt schon, daß der ins Land gebrachte Same sich nicht mehr entwickelt. Die Erde, welche den Samen bedeckt, muß eben nur hinreichen, um die zum Keimen nöthige Feuchtigkeit zurückzuhalten. Man findet es darum vortheilhaft, den Klee gleichzeitig mit einer Kornpflanze einzusäen, welche früher und rascher sich entwickelt und deren Blätter die junge Kleepflanze beschatten und sie vor der allzustarken Einwirkung des Sonnenlichts schützen, wodurch sie mehr Zeit zur Ausbreitung und Entwickelung ihrer Wurzeln gewinnt. Die Beschaffenheit der Wurzeln*) der Rüben und Knollengewächse deutet schon die Orte im Boden an, von denen aus sie die Hauptmasse ihrer Bodennahrung empfangen; die Kartoffeln bilden sich in den obersten Schichten der Ackerkrume, die Wurzeln der Runkelrübe und Turnipsarten verzweigen sich tief in den Untergrund, sie gedeihen am Besten in einem lockeren tiefgründigen, aber auch in einem von Natur strengen und zusammenhängenden Boden,

*) Unter Wurzeln sind hier und in dem Folgenden stets die unterirdischen Organe der Pflanzen verstanden.

Digitized by Google

wenn derselbe eine gehörige Vorbereitung empfangen hat; unter den Turnipsarten zeichnet sich die schwedische Varietät vor anderen durch die größere Anzahl von Wurzelfasern aus, die der Wurzelstock in die Erde sendet, und die Mangoldwurzel mit ihren starken, mehr holzigen Wurzelfasern ist noch besser wie die schwedische Turnips für den schweren Lehmboden geeignet.

Ueber die Länge der Wurzeln hat man nur eine geringe Zahl von Beobachtungen gemacht. In einzelnen Fällen zeigte sich, daß die Luzerne bis 30 Fuß, der Raps über 5, der Klee über 6 Fuß, die Lupine über 7 Fuß lange Wurzeln treiben.

Die Bekanntschaft mit der Bewurzelung der Gewächse ist die Grundlage des Feldbaues; alle Arbeiten, welche der Landwirth auf seinem Boden verwendet, müssen genau der Natur und Beschaffenheit der Wurzel der Gewächse angepaßt sein, die er cultiviren will; für die Wurzel vermag er allein Sorge zu tragen, auf das, was sich daraus entwickelt, kann er keinen Einfluß mehr ausüben, und er ist darum nur des Erfolges seiner Bemühungen versichert, wenn er den Boden in der rechten Weise für die Entwickelung und Thätigkeit der Wurzeln zubereitet hat. Die Wurzel ist nicht bloß das Organ, durch welches die wachsende Pflanze die zu ihrer Zunahme nothwendigen unverbrennlichen Elemente aufnimmt, sondern sie ist in einer andern nicht minder wichtigen Function dem Schwungrade an einer Maschine gleich, welches die Arbeit derselben regelt und gleichförmig macht, in ihr speichert sich das Material an, um den Bedürfnissen der Pflanze je nach den äußeren Anforderungen der Wärme und des Lichtes das zu dem Abschluß der Lebensacte nöthige Material zu liefern.

Alle Pflanzen, welche den Landschaften ihren eigenthümlichen Charakter verleihen und die Ebenen und Bergabhänge mit dauerndem Grün bekleiden, besitzen je nach der geologischen oder

Digitized by Google

physikalischen Beschaffenheit des Bodens eine für ihre Dauer und Verbreitung wunderbar angepaßte Wurzelentwickelung.

Während sich die jährigen Gewächse nur durch Samen fortpflanzen und vermehren und immer eine wahre Wurzel haben, die sich an ihrer Einfachheit, Knospenlosigkeit und verhältnißmäßig nicht weit ausstreichenden Befaserung erkennen läßt, verjüngen und verbreiten sich die Rasen- und Wiesenpflanzen durch Wurzelausschläge von einer besonderen Beschaffenheit, und es ist bei vielen die Verbreitung unabhängig von der Samenbildung.

Aehnlich wie die, sehr rasch große Bodenflächen bedeckende Erdbeere über dem Wurzelknoten neben dem Hauptstengel Nebenstengel entwickelt, die als dünne Ranken auf der Erde hinkriechen und an gewissen Stellen Knospen und Wurzeln treiben, die sich zu selbstständigen Individuen entwickeln, verbreiten sich die dauernden Unkrautpflanzen, zu denen die Wiesen- und Rasenpflanzen hier gerechnet sind, durch entsprechende unterirdische Organe. Die Kriechwurzeln der Quecken (Triticum repens), des Sandroggens (Elymus arenarius), des Wiesenklees (Trifolium pratense), des Leinkrauts (Linaria vulgaris) verbreiten durch Wurzelausschläge die Pflanze nach allen Richtungen von der Mutterpflanze. Das Wiesenrispengras (Poa pratensis) pflanzt sich durch einen Mutterstock fort, der aus wahren Wurzeln, aus angewurzelten Rankensprossen und Kriechtrieben besteht; das Raigras (Lolium) bestockt sich auf festem Boden durch Wurzelausschläge, auf lockerem durch Rasentriebe. Das Lieschgras (Phleum) sieht man bald knollig, bald vielköpfig zum Kriechen und zur Mutterstockbildung geneigt. Das Timothygras bestockt sich schon im ersten Jahre und bildet im zweiten bald knollige, bald vielköpfige Mutterstöcke, welche Kriechtriebe nach allen Richtungen aussenden; in gleicher Weise ver-

Digitized by Google

breitet sich das Wiesenrispengras theils durch knospende Kriechtriebe, theils durch Rankensprossen.

Die Vergleichung der Lebensacte der einjährigen, zweijährigen und dauernden Pflanze zeigt, daß die organische Arbeit in der dauernden vorzugsweise auf die Wurzelbildung gerichtet ist.

Der im Herbst in die Erde gebrachte Same der Spargelpflanze entwickelt vom Frühling an bis Ende Juli des nächsten Jahres, in einem fruchtbaren Boden, eine etwa fußhohe Pflanze, deren Stengel, Zweige und Blätter von da an keine weitere Zunahme wahrnehmen lassen. Von eben diesem Zeitpunkte an bis zum August würde die jährige Tabackspflanze einen mehrere Fuß hohen, mit zahlreichen breiten Blättern besetzten Stengel, die Rübenpflanze eine breite Blätterkrone entwickelt haben.

Der in der Spargelpflanze eingetretene Stillstand im Wachsthum ist aber nur scheinbar, denn von dem Augenblicke an, wo ihre äußeren Organe der Ernährung entwickelt sind, nimmt die Wurzel an Umfang und Masse in weit größerem Verhältniß zu den oberirdischen Organen als wie bei der Tabackspflanze zu. Die Nahrung, welche die Blätter aus der Luft und die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen haben, wandert, nachdem sie sich zu Bildungsstoffen umgewandelt hat, den Wurzeln zu und es sammelt sich in ihnen nach und nach ein solcher Vorrath davon, daß die Wurzel im darauf folgenden Jahre aus sich selbst heraus, und ohne einer Zufuhr von Nahrung aus der Atmosphäre zu bedürfen, das Material zum Aufbau einer neuen vollkommenen Pflanze mit einem um die Hälfte höheren Stengel und einer vielmal größeren Anzahl von Zweigen und Blättern liefern kann, deren organische Arbeit während des zweiten Jahres wieder in der Erzeugung von Producten aufgeht, die sich in der Wurzel ablagern und, dem größeren Umfange der Ernährungs-

Digitized by Google

organe entsprechend, in weit größerer Menge anhäufen, als sie abgegeben hat.

Dieser Vorgang wiederholt sich im dritten und vierten Jahre und im fünften und sechsten ist das in den Wurzeln bestehende Magazin ausgiebig genug geworden, um im Frühling bei warmer Witterung drei, vier und mehr fingerdicke Stengel zu treiben, die sich in zahlreiche, mit Blättern bedeckte Aeste verzweigen.

Die vergleichende Untersuchung der grünen Spargelpflanze und ihrer im Herbst absterbenden Stengel scheint darauf hinzudeuten, daß am Ende ihrer Vegetationszeit der Rest der in den oberirdischen Organen noch vorhandenen löslichen, oder der Lösung fähigen und für eine künftige Verwendung geeigneten Stoffe abwärts nach der Wurzel wandert; die grünen Pflanzentheile sind verhältnißmäßig reich an Stickstoff, an Alkalien und phosphorsauren Salzen, die in den abgestorbenen Stengeln nur in geringer Menge nachweisbar sind. Nur in den Samen bleiben verhältnißmäßig große Mengen von phosphorsaurer Erde und Alkalien zurück, offenbar nur der Ueberschuß, den die Wurzeln für das künftige Jahr nicht weiter bedürfen.

Die unterirdischen Organe der dauernden Pflanzen sind die sparsamen Sammler aller für gewisse Functionen nothwendigen Lebensbedingungen; wenn es der Boden gestattet, so nehmen sie immer mehr ein, als sie ausgeben, sie geben niemals alles aus, was sie eingenommen haben; ihre Blüthe und Samenbildung tritt dann ein, wenn sich ein gewisser Ueberschuß von phosphorsauren Salzen in der Wurzel angesammelt hat, den sie abgeben kann, ohne ihr Bestehen zu gefährden; durch eine reichliche Zufuhr von Nahrungsstoffen vermittelst Dünger wird die Entwickelung der Pflanze nach der einen oder andern Richtung hin beschleunigt. Aschendüngung ruft aus der Grasnarbe die kleearti-

Digitized by Google

gen Gewächse hervor, bei einer Düngung mit saurem phosphorsauren Kalk entwickelte sich Halm an Halm französisches Raigras.

Bei allen dauernden Pflanzen überwiegen die unterirdischen Organe an Umfang und Masse in der Regel bei weitem die der jährigen Gewächse. Die Letzteren verlieren in jedem Jahre ihre Wurzeln, während die perennirende Pflanze sie behält, bereit in jeder günstigen Zeit zur Aufnahme und Vermehrung ihrer Nahrung.

Der Umkreis, aus welchem die perennirende Pflanze ihre Nahrung empfängt, erweitert sich von Jahr zu Jahr; wenn ein Theil ihrer Wurzeln an irgend einer Stelle nur wenig Nahrung vorfindet, so ziehen andere ihren Bedarf von anderen daran reicheren Stellen.

Nur der kleinste Theil der Pflanzen auf einem Rasenstück einer dicht bestandenen Wiese bildet Halme, die meisten nur Blätterbüschel; manche ist Jahre lang auf unterirdische Sprossenbildung beschränkt.

Für die dauernden Wiesen- und Rasenpflanzen ist die Bildung unterirdischer Sprossen von der größten Bedeutung, weil durch sie die Pflanze mit Nahrung versehen wird in einer Zeit, wo Mangel an Zufuhr das Leben des einjährigen Gewächses gefährden würde.

Ein guter Boden und die anderen Bedingungen des Pflanzenlebens wirken auf die perennirende Pflanze nicht minder günstig als auf die einjährige ein, allein ihre Entwickelung hängt nicht in demselben Grade von zufälligen und vorübergehenden Witterungsverhältnissen ab; in ungünstigen Verhältnissen wird ihr Wachsthum der Zeit nach zurückgehalten; sie vermag die günstigen abzuwarten und während in ihrem Wachsthum einfach ein Stillstand eintritt, hat das einjährige Gewächs die Grenze seines Lebens erreicht und stirbt ab.

Die Dauer und Sicherheit der Erträge unserer Wiesen

Digitized by Google

unter abwechselnden Witterungs- und Bodenverhältnissen liegt in der großen Anzahl von Pflanzen, die sich auf einer niederen Stufe ihrer Entwickelung zu erhalten vermögen. Während die eine Pflanzenart sich nach Außen entwickelt, blüht und Samen trägt, sammelt eine zweite und dritte abwärts die Bedingungen eines gleichen zukünftigen Gedeihens; die eine scheint zu verschwinden und einer zweiten und dritten Platz zu machen, bis auch für sie die Bedingungen einer vollkommenen Entwickelung wiedergekehrt sind.

Die Holzpflanzen wachsen und entwickeln sich in ganz ähnlicher Weise wie die Spargelpflanze, mit dem Unterschiede jedoch, daß sie am Ende ihrer Vegetationsperiode ihren Stamm nicht verlieren. Ein Eichstämmchen von $1^1/_2$ Fuß Höhe zeigte eine Wurzel von über 3 Fuß Länge. Der Stamm selbst dient mit der Wurzel als Magazin für den zur vollen Wiederherstellung aller äußeren Organe der Ernährung im künftigen Jahre aufgespeicherten Bildungsstoff. Abgehauene Stämme von Linden, Erlen oder Weiden, wenn sie an schattigen und feuchten Orten liegen, schlagen häufig nach Jahren noch aus und treiben viele fußlange mit Blättern besetzte Zweige.

In den Pausen, welche im Samentragen der Waldbäume eintreten, verhalten sie sich ähnlich wie die größte Anzahl der perennirenden Gewächse, die, auf einem kargen Boden wachsend, die zur Fruchtbildung nothwendigen Bedingungen nur in mehrjährigen Fristen anzusammeln vermögen (Sendtner, Ratzeburg.)

Der Verlust an unorganischen Nahrungsstoffen, den die Laubhölzer durch das Abwerfen der Blätter erleiden, ist gering. Wenn die Blätter ihre volle Ausbildung erreicht haben, so füllen sich die Rindenzellen mit einer reichlichen Menge von Stärkmehl an, während dieses aus den Zellen des Blattstielwulstes

Digitized by Google

völlig verschwindet (H. Mohl). Schon geraume Zeit vor dem Abfallen der Blätter tritt eine beträchtliche Abnahme ihrer Saftfülle ein, während die Rinde der Zweige um diese Zeit oft auffallend von Saft strotzt (H. Mohl). In Uebereinstimmung hiermit zeigt die Analyse der Asche der Blätter, daß der Alkali- und Phosphorsäuregehalt unmittelbar vor dem Abfallen abnimmt; die abgefallenen Blätter enthalten, auf die Blättermasse berechnet, so geringe Mengen davon, daß sich die Schädlichkeit des Waldstreurechens durch ihre Hinwegnahme kaum erklären läßt (s. Anhang A).

Eine ähnliche Rückleitung der Assimilationsproducte scheint bei den Gräsern stattzuhaben; wenn durch die steigende Hitze des Sommers die Blätter abwelken, so zeigt die chemische Analyse in den gelbgewordenen Blättern kaum noch Spuren von Stickstoff, von phosphorsauren Salzen und Alkalien an, so wie dann der Instinkt der Thiere jede Art von abgefallenen Blättern als Nahrungsmittel verschmäht.

In der ein- und zweijährigen Pflanze geht die organische Arbeit in der Samen- und Fruchterzeugung auf, mit welcher die Thätigkeit der Wurzel ihr Ende erreicht; die Samenerzeugung ist bei den dauernden eine mehr zufällige Bedingung ihres Fortbestehens.

Die zweijährige Pflanze kann mehr Zeit als die einjährige auf die Ansammlung des nothwendigen Materials für die Samen- und Früchtebildung und damit für den Abschluß ihres Lebens verwenden, aber die Periode, in welcher dies geschieht, hängt von zufälligen Witterungsverhältnissen und von der Beschaffenheit des Bodens ab.

Das einjährige Gewächs bildet sich in seinen Theilen gleichmäßig aus; die täglich aufgenommene Nahrung wird zur Vergrößerung der ober- und unterirdischen Organe verwendet, die in

Digitized by Google

eben der Zeit mehr aufnehmen, als ihre auffaugende Oberfläche sich vergrößert hat. Mit ihrem Wachsen vermehren sich die in der Pflanze selbst liegenden Bedingungen zum Wachsen, welche in eben dem Verhältnisse sich wirksam zeigen, als die äußeren Bedingungen günstig sind.

Die Entwickelung des zweijährigen Wurzelgewächses zerfällt deutlich in drei Perioden; in der ersten bilden sich vorzugsweise die Blätter, in der zweiten die Wurzeln aus, in denen sich die zur Entwickelung der Blüthe und Frucht in der dritten Periode dienenden Stoffe anhäufen.

Die Untersuchung der Turnipsrübe von Anderson in ihren verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung giebt ein anschauliches Bild der ungleichen Richtungen der Thätigkeit eines zweijährigen Gewächses (Journal of agric. and transactions of the highland soc. No. 68 und No. 69 new series 5).

Diese Versuche erstreckten sich auf die Bestimmung der Pflanzenmasse der auf einem Acre Feld gewachsenen Rübenpflanzen. Sie wurden in vier Wachsthumszeiten oder Stadien geerntet, die ersten am 7. Juli, dann am 11. August, 1. September und 5. October; die folgende Tabelle enthält das Gewicht der Blätter und Wurzeln in Pfunden, auf 1 Acre berechnet, am Ende der verschiedenen Stadien.

		Gewicht der geernteten	
		Blätter.	Wurzeln.
I. Ernte in	32 Tagen	219	7,2 Pfd.
II. „ „	67 „	12793	2762 „
III. „ „	87 „	19200	14400 „
IV. „ „	122 „	11208	36792 „

Diese Verhältnisse der erzeugten Blätter- und Wurzelmasse zeigen, daß in der ersten Hälfte der Vegetationszeit (67 Tage)

Digitized by Google

die organische Arbeit in der Rübenpflanze vorzugsweise auf die Herstellung und Ausbildung der äußeren Organe gerichtet ist.

Vom 7. Juli an bis zum 11. August nehmen die Pflanzen in 35 Tagen um 12574 Pfund Blätter und 2755 Pfund Wurzeln zu, oder tägliche Zunahme:

Blätter.	Wurzeln.
359 Pfund.	78 Pfund.

In diesem Stadium war die Blattbildung in dem Verhältniß vorherrschend, daß von 11 Gewichttheilen der aufgenommenen Nahrung 9 Gewichttheile in die Form von Blättern und nur 2 Gewichttheile in die Form von Wurzeln verwandelt wurden.

Ein ganz anderes Verhältniß zeigt sich in dem dritten Stadium, in welchem das Gewicht der Blätter sich in 20 Tagen um 6507 Pfund, das der Wurzeln um 11638 Pfund vermehrt hatte, oder:

	Blätter.	Wurzeln.
Tägliche Zunahme:	325 Pfund.	582 Pfund.

In diesem dritten Stadium nehmen die Pflanzen etwas mehr wie doppelt so viel Nahrung auf, als an einem Tage des vorangegangenen Stadiums, und es muß diese steigende Zunahme im Verhältniß stehen zu der täglich sich vergrößernden Wurzel- und Blattoberfläche, aber die aufgenommene Nahrung vertheilte sich in der Pflanze in ganz anderer Weise. Von 25 Gewichttheilen der aufgenommenen und verarbeiteten Nahrung blieben nur 9 Gewichttheile in den Blättern, die übrigen 16 Gewichttheile dienten zur Vergrößerung der Wurzelmasse.

In eben dem Grade, als die Blätter der Grenze ihrer Entwickelung sich näherten, nahm ihr Vermögen ab, die übergegangene Nahrung zu ihrem weiteren Aufbau zu verwenden, und

Digitized by Google

sie lagerte sich, in Bildungsstoffe verwandelt, in den Wurzeln ab. Die nämlichen Nahrungsstoffe, die, so lange die Blättermasse zunahm, zu Blättern wurden, wurden jetzt zu Wurzelbestandtheilen.

Dieses Wandern der Blätterbestandtheile und ihr Uebergang in Wurzelbestandtheile scheint sich in dem vierten Stadium am deutlichsten zu zeigen. Das Totalgewicht der Blätter, welches am 1. September noch 19200 Pfund betrug, verminderte sich um 7992 Pfund oder in 35 Tagen täglich um 228 Pfund, oder von 34 Blättern starben 10 ab, während die Wurzeln im Ganzen um 22392 Pfund oder täglich um 640 Pfund, also mehr noch als an einem Tage der vorhergegangenen Wachsthumszeit zunahmen.

Mit der Temperatur und dem einwirkenden Sonnenlicht im vorschreitenden Herbste nahm offenbar die organische Thätigkeit der Blätter ab, und etwas mehr als ein Drittel des ganzen Vorrathes des darin angehäuften Bildungsmaterials wanderte in den Wurzelstock und häufte sich darin für eine künftige Verwendung an.

Vergleicht man die tägliche Einnahme an Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, Kochsalz und Schwefelsäure in den letzten 90 Tagen der auf 1 Acre Feld wachsenden Rübenpflanzen, so ergiebt sich aus Anderson's Versuchen, daß sie aufgenommen haben an jedem Tag:

Einnahme der ganzen Pflanze an einem Tag

	der IIten,	der IIIten,	der IVten Wachsthumszeit.
Pflanzenmasse	437	907	417 Pfunde
Stickstoff . .	1,15	0,695	1,21 »
Phosphorsäure	0,924	1,10	1,25 »
Kali . . .	1,41	4,04	3,07 »
Schwefelsäure	1,12	1,57	1,52 »
Kochsalz . .	0,84	1,98	1,11 »

Digitized by Google

Tägliche Zunahme der Wurzeln in der IVten Wachsthumszeit.

	Phosphorsäure.	Kali.	Schwefelsäure.	Kochsalz.
Vom Boden geliefert	1,25	3,07	1,52	1,10
v. d. Blättern »	0,41	1,56	0,51	0,53
	1,66	4,63	2,03	1,63.

Diese Zahlen ergeben, daß die Menge Phosphorsäure, welche täglich von den auf einem Acre Feld wachsenden Rübenpflanzen aufgenommen wird, vom Anfang der zweiten bis zum Ende der vierten Wachsthumszeit, in 90 Tagen von 0,924 auf 1,25 Pfund per Tag steigt, von einem Tag zum andern macht dies den geringen Unterschied von 0,0037 Pfund aus.

Anderson vermuthet, daß seine Stickstoffbestimmung der Blätter in dem dritten Stadium mit einem Fehler behaftet und zu niedrig ausgefallen sei. Nimmt man die Stickstoffmenge in den beiden letzten Stadien zusammen (55 Tage), so kommen auf den Tag 1,02 Pfund Stickstoff oder nahe ebenso viel als auf einen Tag der vorhergehenden Wachsthumszeit.

Die Menge des Kalis stieg vom 11. August bis 1. September in etwas größerem Verhältnisse als die erzeugte Pflanzenmasse; vom 1. September bis 5. October war die Zunahme der Wurzeln nahe doppelt so groß als in der vorhergehenden Wachsthumszeit, allein es fand ein Wandern der Kaliverbindungen aus den Blättern nach den Wurzeln hin statt. Man bemerkt deutlich, daß die Zunahme an Kali mit der Bildung des Zuckers und der anderen stickstofffreien Bestandtheile der Wurzeln in einer gewissen Beziehung steht, ohne aber daß sich ein bestimmtes Verhältniß ergiebt. Die Aufnahme an Schwefelsäure stieg gleichmäßig in den drei letzten Stadien, die des Kochsalzes fand in dem dritten in einem etwas größeren Verhältniß statt, als in der zweiten und vierten Wachsthumszeit.

Ohne die Rolle, welche diese verschiedenen Mineralstoffe, sowie der Kalk, die Bittererde und das Eisen in dem Vegetations-

Digitized by Google

proceß spielen, näher bezeichnen zu wollen, bemerkt man deutlich, daß die Aufnahme derselben, das Kali ausgenommen, von Tag zu Tag sehr gleichmäßig war und jeden folgenden Tag etwas mehr als den vorhergehenden betrug, entsprechend der täglich bis zum vierten Stadium sich vergrößernden, Nahrung aufnehmenden Oberfläche. Die schwächste Zunahme zeigt die Phosphorsäure und der Stickstoff, beide sind für die in der Rübenpflanze vor sich gehenden Bildungsprocesse gleich nothwendig gewesen und dienten offenbar zur Vermittelung einer mächtigeren Thätigkeit, deren Wirkung in der Erzeugung und Vermehrung der stickstofffreien Bestandtheile offenbar ist.

Wenn man die Menge der aufgenommenen Mineralsubstanzen als einen Maßstab ihrer Bedeutung für die in der Pflanze vor sich gehende organische Arbeit ansieht, so wird man der Schwefelsäure und dem Kochsalze eine gleiche Wichtigkeit wie den anderen zuerkennen müssen.

Betrachtet man die Mengen der Mineralbestandtheile, welche die verschiedenen Pflanzentheile in verschiedenen Zeiten aufgenommen haben, so ergeben sich die ungleichsten Verhältnisse. In dem zweiten Stadium wurden in 35 Tagen im Ganzen 49,29 Pfund Kali aufgenommen, von welchen 8,02 Pfund oder ein Sechstel in den Wurzeln und 41,27 Pfund in den Blättern sich befanden. Das Gewicht der erzeugten Blättermasse stand zu dem der Wurzelmasse nahe in demselben Verhältnisse, d. h. die erstere betrug beinahe fünfmal mehr als die andere.

In dem dritten Stadium überwog die gebildete Wurzelmasse die der Blätter und es blieben von den 80 Pfunden des aufgenommenen Kalis 34 Pfund oder $^7/_{16}$ in den Wurzeln; in ganz ähnlicher Weise verhielten sich die Phosphorsäure, das Kali und die anderen Mineralbestandtheile, sie vertheilten sich je nach dem Wachsthum und der Zunahme der Masse der ober- und

Digitized by Google

unterirdischen Organe der Rübenpflanze, die in den verschiedenen Perioden ebenfalls ungleich ist.

Betrachtet man die Zunahme der Blätter und Wurzeln an Mineralsubstanzen für sich, ohne Rücksicht auf die Menge derselben, welche die ganze Pflanze empfängt, so erscheint sie sprungweise und höchst ungleichförmig. Jeden Tag empfängt die Pflanze sehr nahe dieselbe Quantität Phosphorsäure, Stickstoff, Kochsalz, Schwefelsäure, die sich in den verschiedenen Theilen der Pflanze, den Blättern oder Wurzeln, in welchen sie ihre Verwendung finden, vertheilen. Der Hauptunterschied in der Aufnahme ist bei dem Kali bemerklich, dessen Menge in dem dritten Stadium außer allem Verhältnisse mehr als die der anderen Mineralbestandtheile zugenommen hat.

In der Pflanze erzeugt der chemische Proceß aus dem Rohmaterial aus der Kohlensäure, dem Wasser, Ammoniak, Phosphorsäure, Schwefelsäure unter Mitwirkung der Alkalien und Erden ꝛc. höchst wahrscheinlich nur eine stickstoff- und schwefelhaltige, der Albumingruppe, und nur eine stickstofffreie, der Gruppe der Kohlenhydrate angehörende Substanz; die erstere behält ihren Charakter während der Dauer der Vegetation, während die stickstofffreie zu einem geschmacklosen gummiartigen Körper, oder zu Cellulose oder zu Zucker, und je nach der vorwiegenden organischen Thätigkeit in den ober- oder unterirdischen Organen zu einem Blatt- oder Wurzelbestandtheile wird.

Wenn die Phosphorsäure in Beziehung steht zu der Erzeugung der stickstoffhaltigen Bestandtheile, so muß der Boden in seinen Theilen an beiden Stoffen bestimmte Verhältnisse enthalten, und es müssen bei der Rübe die oberen Schichten nothwendig weit reicher als die tieferen an Phosphaten sein. Denn in der ersten Hälfte der Vegetationszeit ist die Wurzelverzweigung weit geringer als später, und die Wurzel ist mit einem

Digitized by Google

kleineren Volum Erde in Berührung als später und wenn sie daraus eben soviel Nahrung empfangen soll, als aus dem größeren, so muß das erstere in eben dem Verhältniß mehr davon enthalten, als die aufsaugende Wurzeloberfläche kleiner ist.

Die Asche aller Pflanzen, in deren Organismus sich große Mengen Stärkmehl, Gummi und Zucker erzeugen, zeichnet sich vor anderen Pflanzenaschen durch einen überwiegenden Gehalt von Kali aus, und wenn das Kali in dem Safte der Rübenpflanze zur Vermittelung der Bildung des Zuckers und ihrer anderen stickstofffreien Bestandtheile nothwendig war, so erklärt sich die gleichzeitige Zunahme in der dritten und vierten Wachsthumszeit, in welcher die Bildung der stickstofffreien Wurzelbestandtheile in einem größeren Verhältnisse statthatte, als in den früheren Perioden.

Daß die Erzeugung der verbrennlichen Bestandtheile, die Ueberführung der Kohlensäure und des Ammoniaks in stickstofffreie und stickstoffhaltige Stoffe in einem ganz bestimmten Verhältnisse der Abhängigkeit zu den unverbrennlichen Stoffen, welche wir in der Asche finden, stehe, dies ist eine Ansicht, die eines besonderen Beweises nicht mehr bedarf, aber diese Abhängigkeit ist gegenseitig; wenn man sagt, daß sich darum mehr stickstoffhaltige oder stickstofffreie Producte bilden, weil die Pflanze mehr Phosphorsäure oder mehr Kali aufgenommen hat, so ist dies ebenso richtig, als die Behauptung, daß die Pflanze darum mehr Phosphorsäure oder Kali aufnimmt, weil sich die anderen Bedingungen zur Erzeugung stickstoffhaltiger oder stickstofffreier Stoffe vereinigt in ihrem Organismus vorfinden.

Für ein Maximum der Vergrößerung der Pflanze muß der Boden zu jeder Zeit die ganze Quantität von einem jeden Bodenbestandtheile in aufnehmbarer Form darbieten, so wie auf der andern Seite die cosmischen Bedingungen, Wärme, Feuchtigkeit

Digitized by Google

und Sonnenlicht zusammenwirken müssen, um die aufgenommenen Stoffe in Pflanzengebilde umzuwandeln. Wenn die aus dem Boden in die Pflanze übergegangenen Stoffe keine Verwendung finden, so werden keine mehr von außen aufgenommen werden, bei ungünstiger Witterung wächst die Pflanze nicht; sie wächst ebenfalls, wenn die nicht äußeren Bedingungen günstig sind, während es im Boden an den Stoffen fehlt, die sie wirksam machen.

In der zweiten Hälfte ihrer Entwickelungszeit, in welcher die Wurzeln der Rübenpflanze durch die Ackerkrume hindurch tief in den Untergrund gedrungen sind, nehmen diese mehr Kali auf, als in der vorangegangenen Zeit, und wenn wir uns denken, daß die aufsaugenden Wurzelspitzen der Rübe eine Bodenschicht erreichen, welche ärmer an Kali als die obere, oder nicht reich genug an Kali ist, um täglich eben so viel abgeben zu können, als die Pflanze aufzunehmen fähig ist, so wird die Pflanze in der ersten Zeit üppig zu gedeihen scheinen, aber die Aussicht auf eine gute Ernte ist dennoch gering, wenn die Zufuhr des Rohmaterials fortwährend abnimmt, anstatt mit den Werkzeugen seiner Verarbeitung zu wachsen.

In dem Haushalte der Rübenpflanze nimmt die Wurzel in dem letzten Monate ihrer Vegetation nahe die Hälfte aller beweglichen Bestandtheile der Blätter in sich auf und diese stellt mit dem Abschlusse ihrer Vegetation im ersten Jahre ein Magazin von Bildungsstoffen für eine spätere Verwendung dar.

Im Frühling des darauf folgenden Jahres schoßt die Wurzel und treibt eine schwache Blätterkrone und einen mehrere Fuß hohen Blüthenstengel, und mit der Entwickelung des Samens stirbt die Pflanze ab. Die Hauptmasse der in der Wurzel aufgespeicherten Nahrung wird im zweiten Jahre oder in der dritten Periode in einer ganz anderen Richtung verbraucht, ohne daß der

Digitized by Google

Boden außer der Zufuhr von Wasser einen besonderen Theil an diesem neuen Lebensacte zu nehmen scheint.

Bei allen monokarpischen Gewächsen, d. h. solchen, welche nur einmal blühen und Samen tragen, lassen sich, wie bei der Rübenpflanze, bestimmte Lebensabschnitte in der Richtung der organischen Thätigkeit unterscheiden. In der ersten erzeugt die Pflanze die Bildungsstoffe für die darauf folgende, in dieser für die Arbeit im letzten Lebensacte; aber nicht immer häufen sich diese Stoffe, wie bei der Rübe, in der Wurzel an, bei der Sagopalme füllt sich der Stamm, bei der Aloe (Agave) sammeln sie sich in den dicken fleischigen Blättern an.

Die Samenerzeugung ist bei vielen dieser Gewächse weit weniger von einer Zeitperiode als von dem in der vorangegangenen Zeit angesammelten Vorrath von Bildungsstoffen abhängig; durch günstige klimatische oder Witterungsverhältnisse wird sie verkürzt, durch ungünstige hinausgerückt.

Die sogenannten Sommerpflanzen sind monokarpische Gewächse, welche in wenigen Monaten die zur Samenerzeugung nöthigen Bedingungen zu sammeln vermögen; die Haferpflanze entwickelt sich und trägt reifen Samen in 90 Tagen, die Turnipsrübe erst im zweiten Jahre, die Sagopalme in 16 bis 18 Jahren, die Aloe in 30 bis 40, oft erst in 100 Jahren (s. Anhang B).

Bei vielen perennirenden Gewächsen stirbt jährlich die äußere Pflanze ab, während die Wurzel sich erhält, bei den monokarpischen stirbt mit der Samenerzeugung die Wurzel ab; bei diesen ist die Samenerzeugung eine nothwendige, bei den perennirenden mehr eine zufällige Bedingung ihres Fortbestehens.

Die Oekonomie der Pflanzen wird geregelt durch Gesetze, die sich in den eigenthümlichen Fähigkeiten gewisser Organe äußern, Nahrungsstoffe für eine künftige Verwendung anzuhäu-

Digitized by Google

fen, so daß alle die äußeren Ursachen, welche ihre Entwickelung zu hindern scheinen, am Ende dazu beitragen, um ihr Fortbestehen, d. h. ihre Fortpflanzung, zu sichern.

Der Wurzelinhalt der perennirenden Gräser und der Spargelpflanze verhält sich in den verschiedenen Perioden des Lebens dieser Pflanzen wie der Mehlkörper des Getreidesamens, mit dem Unterschiede jedoch, daß der Balg nicht wie bei der Keimung desselben leer wird, sondern sich immer wieder füllt und an Umfang zunimmt. Die perennirende Pflanze empfängt im Ganzen immer mehr als sie ausgiebt, die monokarpische Pflanze giebt bei der Fruchtbildung ihren ganzen Vorrath aus.

Aus dem Verhalten der Rübenpflanze im Herbste, in welchem sich die Wurzel auf Kosten der Blätterbestandtheile vergrößert, läßt sich leicht der Einfluß des Blattens verstehen; wenn der Pflanze im August einige Blätter genommen werden, hat dies nur einen geringen Einfluß auf den Ertrag an Wurzeln, während das Blatten am Ende September die Wurzelernte auf das Stärkste beeinträchtigt. Metzler, der hierüber genaue vergleichende Versuche angestellt hat, fand, daß durch ein frühes Blatten der Rübenertrag um 7 Procent, durch ein spätes oder ein zweimaliges Blatten um 36 Procent sich verminderte.

Wenn man im ersten Jahre, anstatt die Rübenpflanzen zur Erntezeit von dem Felde zu entfernen, nur die Blattkrone abgeschnitten und die Wurzeln in dem Felde gelassen und untergepflügt hätte, so würde das Feld im Ganzen an Bodenbestandtheilen verloren haben, aber der größte Theil derselben würde dennoch durch die Wurzel dem Boden erhalten worden sein. Ein anderes Verhältniß würde sich hingegen herausstellen, wenn man am Ende des zweiten Vegetationsjahres den Kopf der Rübe abgeschnitten und den Stengel mit dem Samen hinweggenommen hätte; während am Ende des ersten Jahres die Wur-

Digitized by Google

zel den überwiegend größeren Theil der stickstoffhaltigen sowie der unverbrennlichen Bestandtheile noch enthalten hatte, die in dem Boden blieben, waren eben diese Stoffe im zweiten Jahre in den oberirdischen Theil der Pflanze gewandert und zur Bildung des Stengels und des Samens verbraucht worden, und es mußte durch ihre Hinwegnahme der Boden ärmer werden, auch wenn man demselben die noch vorhandene Wurzel gelassen hätte. Vor dem Schoßen und der Blüthe war die Wurzel reich an Bodenbestandtheilen, nach der Samenbildung ist sie daran erschöpft; bleibt die Wurzel vor der Blüthe in der Erde, so behält der Boden den überwiegend größten Theil von den Nährstoffen, die er an die Pflanze abgegeben hat; nach der Blüthe und Samenbildung hingegen bleibt in dem Wurzelstocke nur ein kleiner Rest zurück, der Boden erscheint erschöpft.

In dem eben angedeuteten Verhalten der Rübenpflanze spiegelt sich das der Halmgewächse ab; wenn sie vor der Blüthe abgeschnitten werden, so bleibt in der Wurzel ein großer Theil der angesammelten Nährstoffe zurück, die der Boden natürlich verliert, wenn die oberirdische Pflanze nach der Samenreife geerntet worden.

Die über den Tabacksbau vorliegenden Erfahrungen geben über die Vorgänge in der Entwickelung einer jährigen Blattpflanze Aufschluß.

Die Tabackspflanze entwickelt sich in ihren ober- und unterirdischen Theilen äußerst gleichmäßig; die Wurzel gewinnt in eben dem Maße an Ausdehnung, als der Stengel sich verlängert und die Blätter in ihrer Anzahl und Umfang sich vermehren; man bemerkt keine sprungweise Aenderung in der Richtung der organischen Thätigkeit kein Schoßen, sondern eine stetig fortschreitende Aufeinanderfolge ihrer Lebenserscheinungen. Während die Spitze des Stengels schon reife Samen trägt und die unte-

Digitized by Google

ren Blätter abgestorben sind, entwickeln die Seitenäste der Pflanze oft noch Blüthenknospen, deren Samen weit später reift.

Die Tabakspflanze ist dadurch bemerkenswerth, daß in ihrem Organismus zwei Stickstoffverbindungen erzeugt werden, von denen die eine, das Nicotin, schwefel- und sauerstofffrei, die andere, das Albumin, identisch mit den schwefel- und sauerstoffhaltigen Bestandtheilen der Nährpflanzen ist.

Der Handelswerth der Blätter steht im umgekehrten Verhältniß zu ihrem Gehalte an Albumin und es wird diejenige Tabakssorte von den Rauchern am meisten geschätzt, welche die kleinste Menge Albumin enthält; das Albumin verbreitet nämlich beim Brennen der trockenen Blätter, indem es sich verkohlt, einen höchst unangenehmen Horngeruch. Die an Albumin reichen Blätter enthalten in der Regel mehr Nicotin, als die an Albumin armen, sie geben die stärksten Tabacke, so daß manche derselben ungemischt nicht geraucht werden können.

Die in Frankreich und Deutschland gebauten Tabaksblätter werden entweder zu Rauchtaback oder Schnupftaback verarbeitet, für die Fabrikation der Schnupftabacke zieht man die an Albumin (und Nicotin) reichen den daran ärmeren vor. Man unterwirft sie zu diesem Zwecke entweder schon in der Form von Blättern oder gemahlen einer Art von Gährung, welche ziemlich rasch und unter Erhitzung eintritt, wenn sie mit Wasser feucht erhalten werden. Durch die Fäulniß des Albumins entsteht eine beträchtliche Menge Ammoniak, welches ein Hauptbestandtheil des deutschen Schnupftabacks ist, den die deutschen Fabrikanten, dem Geschmack der Consumenten entsprechend, durch Befeuchtung mit kohlensaurem oder Aetzammoniak noch vermehren.

Auch die Rauchtabacke gewinnen an Qualität durch einen schwachen Gährungsproceß der Blätter, wodurch der Albumingehalt vermindert wird.

Digitized by Google

Nach diesen Vorbemerkungen wird man die verschiedenen Methoden des Tabacksbaues verständlich finden.

Die Größe des Blattes in Länge und Breite, die lichte oder dunkle Farbe, die Höhe des Stengels, der reiche Ertrag und der Reichthum an Albumin und Nicotin hängt sehr wesentlich von der Düngung ab.

Die Pflanze gedeiht auf einem milden, sandigen, humosen Lehm- oder Mergelboden in Europa am besten; der auf Neubruch, auf schwerem Thonboden gebaute, mit Knochenmehl, Horn und Klauenabfällen, Blut, Borsten, Menschenexcrementen, Oelkuchenmehl und Jauche gedüngte Boden erzeugt die stärksten (albumin- und nicotinreichsten) Tabacke.

In Havanna wird der Tabak auf Neubrüchen, auf abgeholzten Waldflächen, welche häufig, wie in Virginien, vorher gebrannt werden, gebaut; die besten Qualitäten (an Albumin ärmsten) liefert das dritte Jahr des Anbaues.

Hieraus scheint hervorzugehen, daß thierischer oder stickstoffreicher (ammoniakreicher) Dünger die Erzeugung der stickstoffhaltigen Bestandtheile befördert, der Boden hingegen, welcher arm an Ammoniak ist und wahrscheinlich den Stickstoff in der Form von Salpetersäure enthält, liefert Blätter von geringem Albumin- und Nicotingehalt. Der an Alkali reiche Kuhdünger liefert einen milden, der Pferdedünger einen starken Tabak.

Die Wirkung des Umsetzens der im Mistbeete gezogenen Pflanzen auf das Feld ist bei der Tabakspflanze in die Augen fallend. Die Pflanze verhält sich beim Anwurzeln in dem neuen Boden wie der Same beim Keimungsproceß, dessen erste Aeußerung in der Entwickelung von Wurzelfasern besteht; die bereits gebildeten Blätter sterben beim Umsetzen ab und ihre beweglichen Bestandtheile sowie der in den Wurzeln vorhandene Vorrath an Bildungsmaterial wird zur Erzeugung von zahlreichen Seiten-

Digitized by Google

wurzelchen verwendet; ein zweites Umsetzen wirkt in Beziehung auf die Vermehrung der unterirdischen Auffaugungsorgane noch günstiger ein.

Da die ganze Richtung der organischen Arbeit bei den Sommerpflanzen der Samenbildung zugewendet ist und diese die Stoffe verzehrt, welche die Wurzeln und Blätter arbeitsfähig machen, so bricht der Tabackspflanzer, nachdem die Pflanze 6 bis 10 Blätter getrieben hat, das Herz des Mittelstengels aus, an welchem sich die Blüthen und Samenköpfe ansetzen. Der Krone beraubt, wendet sich jetzt die organische Arbeit den zwischen Blättern und Stengel sich entwickelnden Knospen zu, welche Seitenzweige, sogenannte Geizen bilden; mit diesen verfährt man, wie mit dem Hauptstamme, sie werden ausgebrochen oder einfach geknickt, indem man sie einigemal umdreht. Die fortdauernd nacherzeugten Bildungsstoffe werden dadurch in den Blättern zurückgehalten, die an Umfang und Masse zu- und an Wassergehalt abnehmen. Gegen die Mitte Septembers verlieren die Blätter ihre grüne Farbe, sie bekommen gelbliche Flecken, was ihnen ein marmorirtes Aussehen giebt, und werden pergamentartig; sie fühlen sich trocken an, werden schlaff, neigen sich mit den Spitzen zur Erde, bei völliger Reife sind sie klebrig und zähe und lösen sich leicht vom Stengel ab.

Diese Behandlung ändert sich je nach den Tabacksvarietäten und Ländern auf die mannichfaltigste Weise. Den sogenannten common english tabacco, Brasilientaback, Bauerntaback, welcher besonders reich an Nicotin ist, lassen die Pflanzer häufig in Samen schießen, wodurch eine Theilung der stickstoffhaltigen Stoffe eintritt, von welchen das Albumin die Blätter verläßt und sich in den Samen ablagert.

In den jungen Trieben, Knospen, überhaupt in allen Orten, in welchen die Zellenbildung in der Pflanze am lebhafte-

Digitized by Google

sten ist, häufen sich die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile (Albumin) an, und so sind denn die jüngeren Blätter immer reicher, die älteren immer ärmer an diesen Stoffen; die dem Boden zunächst stehenden ältesten Blätter (Sandblätter) geben einen milderen, die höheren einen stärkeren Taback. Bei Varietäten, die an sich nicht besonders reich an Nicotin und Albumin sind, haben die Sandblätter einen viel geringeren Werth, als die oberen. Unter einem milden Taback versteht man immer einen an narkotischen Bestandtheilen armen Taback.

Das Verfahren des europäischen Pflanzers, der seine Felder mit thierischem Dünger überreichlich düngt, ist dem des amerikanischen Pflanzers, der seine Pflanzen auf einem nie gedüngten Felde zieht, geradezu entgegengesetzt; der eine sucht die narkotischen und schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Blätter zu vermindern oder zu verdünnen, der andere zu concentriren; darum bricht der amerikanische Pflanzer die unteren Blätter im Zustande ihrer vollsten Thätigkeit, sobald die Pflanze ihr halbes Wachsthum erreicht hat, der europäische legt auf die vollen und ausgebildeten oberen den höchsten Werth.

Da die Tabackspflanzen, wie alle jährigen Gewächse, ihren ganzen Vorrath an Bildungsstoffen erst in der Samenreife abgeben, so stirbt der Stengel nach dem Verlust der Blätter noch nicht ab, sondern die in ihm und in den Wurzeln noch vorhandenen Stoffe bewirken, daß derselbe neue Sprossen und häufig noch, wiewohl kleine Blätter treibt. In West-Indien, Maryland, Virginien werden die Stöcke vor dem Brechen der Blätter unmittelbar über dem Boden eingehauen, so daß sie sich, ohne von dem Wurzelstamm getrennt zu sein, umlehnen. Bei warmer Witterung verdunstet das Wasser in den Blättern und es findet eine Bewegung des Saftes aus den Stengeln und Wurzeln nach den Blättern hin statt, in denen er sich beim Abwel-

Digitized by Google

ken concentrirt. In der Rheinpfalz haben die Tabackspflanzer wahrgenommen, daß man einen edleren, an Albumin und Nicotin ärmeren Taback erzielt, wenn der Stengel, anstatt die Blätter auf dem Felde zu brechen, mitsammt den Blättern über dem Boden abgehauen und die Spitze desselben abwärts gerichtet zum Trocknen aufgehängt wird; der Stengel vegetirt alsdann noch einige Zeit fort, es entwickeln sich kleine Zweige, die sich allmälig nach aufwärts richten und Blüthenknospen treiben, in denen sich die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile aus den Blättern anhäufen, die in eben dem Verhältniß daran ärmer und darum veredelt werden.

Unter den Pflanzen, die ihres Samens wegen cultivirt werden, nimmt der Weizen die vorzüglichste Stelle ein.

Das Winterkorn ist in seiner Entwickelung den zweijährigen Gewächsen außerordentlich ähnlich. Bei der zweijährigen Rübenpflanze nimmt man wahr, daß sich mit den ersten Blättern eine entsprechende Anzahl von Wurzelfasern erzeugt und nach der Ausbildung der Blattkrone eine mächtige Vermehrung und Vergrößerung der Wurzelmasse beginnt, auf welche sodann das Schoßen eines Blüthen- und Samenstengels folgt.

Nach der Einsaat des Wintergetreides entwickelt die junge Pflanze sehr bald die ersten Blätter, die sich während des Winters und der ersten Frühlingsmonate zu einem Blätterbüschel vermehren; scheinbar scheint ihre Vegetation Wochen oder Monate lang still zu stehen. Mit dem Eintreten der warmen Witterung treibt die Pflanze einen mehrere Fuß hohen, weichen, mit Blättern besetzten Stengel, der an seiner Spitze eine mit Blüthenknospen besetzte Aehre trägt, in der sich nach Vollendung der Blüthe die Samen ausbilden; mit der Entwickelung der Samen werden die Blätter von unten nach oben hin gelb und sterben mit dem Stengel während der Samenreife ab.

Digitized by Google

Man kann wohl nicht daran zweifeln, daß während des scheinbaren Stillstandes des Wachsthums der Pflanze vor dem Schoßen die oberen und unterirdischen Organe unausgesetzt sich in Thätigkeit befinden; es wird fortwährend Nahrung aufgenommen, die aber nur zum Theil zur Vermehrung der Blättermasse und nicht zur Stengelbildung verwendet wurde. Wir haben darum allen Grund zu glauben, daß der bei weitem größte Theil der in dieser Zeit in den Blättern erzeugten Bildungsstoffe in die Wurzel überging, und daß dieser Vorrath später zur Bildung des Halms verwendet wurde; beim Eintreten der höhern Temperatur erhöhen sich alle Thätigkeiten der Getreidepflanzen, die Menge der täglich aufgenommenen und verarbeiteten Nahrung wächst mit dem Umfang der Apparate zur Aufnahme und Verarbeitung; im Frühling sterben von den älteren Blättern und von den Wurzelfasern manche in den durch sie erschöpften Bodentheilen ab, an den Wurzelköpfen bilden sich neue Knospen und mit jeder Knospe neue Würzelchen, bis die Stengelglieder eine gewisse Länge erreicht haben. Von da an bis zum Abschluß der Vegetation wird der aufgenommene sowohl wie der in den Blättern, Stengeln und der Wurzel bewegliche Theil der gebildeten Stoffe zur Blüthe und Samenbildung verbraucht.

Die Beobachtungen Schubart's zeigen, daß die Wurzeln der Halmgewächse in der ersten Entwickelungszeit weit mehr an Masse gewinnen als die Blätter; bei Roggenpflanzen, welche sechs Wochen nach der Aussaat Blätter von 5 Zoll Länge getrieben hatten, fand er Wurzeln von 2 Fuß Länge.

Der Wurzelentwickelung entspricht die Halmbildung und das Bestockungsvermögen; an Roggenpflanzen mit 3 bis 4 Fuß langen Wurzeln fand Schubart elf Seitensprößlinge, an andern mit $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{4}$ Fuß langen Wurzeln nur 1 bis 2 und

Digitized by Google

an Pflanzen, deren Wurzeln nicht länger als $1^1/_2$ Fuß waren, gar keine Seitensprößlinge.

Zu einem kräftigen Gedeihen des Wintergetreides gehört wesentlich, daß durch den Einfluß der Temperatur während der kalten und kühlen Monate der Thätigkeit der äußeren Organe eine gewisse Grenze gesetzt wird, ohne sie zu unterdrücken; am günstigsten für die spätere Entwickelungszeit ist, wenn die Temperatur der Luft niedrig und zwar etwas niedriger wie die des Bodens ist; die äußere Pflanze muß eine Anzahl von Monaten in ihrer Entwickelung zurückgehalten werden.

Ein sehr milder Herbst oder Winter wirkt deshalb auf die künftige Ernte schädlich ein; die höhere Temperatur begünstigt alsdann die Entwickelung des Haupthalmes, welcher dünn aufschießt und die Nahrung verbraucht, die zur Bildung von Knospen und neuen Wurzeln oder zur Vermehrung des Wurzelvorrathes gedient haben würde. Die schwächer entwickelte Wurzel führt alsdann im Frühling der Pflanze weniger Nahrung zu, indem sie im Verhältniß zu ihrer auffaugenden Oberfläche und zu ihrem geringeren Vorrathe weniger aufnimmt und ausgiebt, und sie behauptet in den darauf folgenden Wachsthumsperioden ihren schwachen Charakter. Durch das Abweiden oder Abschneiden dieser schwachbestockten und bewurzelten Pflanzen sucht der Landwirth diesem Nachtheile zu begegnen; es beginnt alsdann die Knospen- und Wurzelbildung aufs Neue, und wenn die äußeren Bedingungen günstig sind und die Pflanze Zeit hat, das Wurzelmagazin wieder zu füllen, so wird hierdurch das im landwirthschaftlichen Sinne normale Wachsthumsverhältniß wiederhergestellt. Das Sommergetreide behauptet in den verschiedenen Perioden seiner Entwickelung den Charakter des Winterkorns, nur sind diese der Zeit nach viel kürzer.

Die Untersuchung der Haferpflanze in ihren verschiedenen

Digitized by Google

Perioden des Lebens von Ahrends ist in dieser Beziehung lehrreich; er bestimmte die Zunahme an verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheilen, vom Keimen an bis zum Beginne des Schoßens (Ende dieser I. Periode am 18. Juni), sodann kurz vor dem Ende des Schoßens (II. Periode am 30. Juni), unmittelbar nach der Blüthe (III. Periode am 10. Juli), bei beginnender Reife (IV. Periode am 21. Juli) und zuletzt bei völliger Reife (V. Periode am 31. Juli). Am 18. Juni hatten die Pflanzen durchschnittlich eine Höhe von 31 Centimeter, die drei unteren Blätter waren ziemlich entfaltet, die beiden oberen noch geschlossen. Von den Stengelgliedern hatten nur die drei unteren eine merkliche Länge (1, 2 und 3 Centimeter), die drei oberen waren nur andeutungsweise vorhanden. Am 30. Juni (12 Tage darauf) hatte die Pflanze die doppelte Höhe (63 Centimeter), am 10. Juli (nach zehn weiteren Tagen der Blüthe) die Höhe von 84 Centimetern.

1000 Pflanzen nehmen auf resp. erzeugen Grammen:

	Untersucht am:				
Bestandtheile.	18. Juni. I. Periode. In 49 Tagen, vor dem Schoßen.	30. Juni. II. Periode. In 12 Tagen, Ende des Schoßens.	10. Juli. III. Periode. In 10 Tagen, Blüthe.	21. Juli. IV. Periode. In 11 Tagen, Samenbildung.	31. Juli. V. Periode. In 10 Tagen, Zeit der Reife.
Verbrennliche	419	873	475	435	128 Grm.
Unverbrennliche	36,6	33,48	30,33	20,34	7,18 „
	An einem Tage.				
Verbrennliche	8,551	72,75	47,50	39,45	12,8 Grm.
Verhältniß	1 :	8,5	5,5	4,6	1,5
Unverbrennliche	0,747	2,79	3,03	1,849	0,318Grm.
Verhältniß	1 :	3,73	4,06	2,47	0,96

Bei der näheren Betrachtung dieser Zahlen muß beachtet werden, daß Ahrends nur bestimmen konnte, was die oberir-

Digitized by Google

dische Pflanze von der Wurzel und nicht, wie Anderson bei der Rübe, was die ganze Pflanze vom Boden empfing. Die große Ungleichförmigkeit in der Zunahme an verbrennlichen und unverbrennlichen Substanzen beruht offenbar mehr in der ungleichförmigen Vertheilung der aufgenommenen Stoffe, als in der ungleichen Menge, welche aus dem Boden aufgenommen wurde. Die ganze Entwickelungszeit umfaßte circa 92 Tage, und wir sehen, daß während der ganzen Hälfte derselben (49 Tage) die Pflanze auf einer scheinbar niederen Stufe stehen bleibt, nur der Blattbüschel ist bis dahin, wiewohl nicht vollkommen, entwickelt. Von dem 30. Juni an nimmt die Pflanze in 12 Tagen doppelt soviel an Gewicht an verbrennlichen Bestandtheilen zu und wird doppelt so hoch, als in 49 Tagen vorher und die oberirdischen Theile nehmen an unverbrennlichen Stoffen in dieser kurzen Zeit nahe um ebensoviel zu, als sie bereits aufgenommen haben, an verbrennlichen $8^1/_2$ mal, an Aschenbestandtheilen $3^3/_4$ mal mehr an einem Tage des Schoßens, als an einem der 49 vorhergehenden Tage.

Es ist nicht wohl möglich, sich zu denken, daß die äußeren Bedingungen der Ernährung, die Zufuhr von Nahrung durch die Atmosphäre und den Boden, oder das Aufnahmevermögen der Pflanze von einem Tage zum andern gleichsam sprungweise sich ändere und vermehre, sondern wir müssen annehmen, daß die Haferpflanze in ihrer Entwickelung demselben Gesetz unterliegt, was wir bei der Rübe wahrgenommen haben, daß demnach in der zweiten Hälfte der ersten Wachsthumsperiode die Thätigkeit der Blätter vorzugsweise auf die Erzeugung von Bildungsstoffen gerichtet war, die in der Wurzel angehäuft zur Schoßzeit an die äußere Pflanze abgegeben wurden. Mit der Steigerung des Assimilations- oder Arbeitsvermögens der Pflanze in Folge der höheren Temperatur und Lichteinwirkung des Sommers steigerte

Digitized by Google

ſich in einem gewiſſen Verhältniſſe die Menge der ſich darbietenden Nahrung, allein das relative Verhältniß der Bodenbeſtandtheile blieb ſich eben ſo gleich wie bei der Rübenpflanze.

Wenn wir die Menge des Kalis, der Phosphorſäure und des Stickſtoffs mit einander vergleichen, welche die oberirdiſchen Theile der Haferpflanze in der erſten und zweiten Periode, d. h. bis zum Anfang der Blüthe, von da an bis zur beginnenden Reife und zuletzt während der Reife von der Wurzel und dem Boden empfangen hat, ſo ergiebt ſich für tauſend Pflanzen:

	In der I. und II. Periode. 61 Tage.	In der III. und IV. Periode. 21 Tage.	In der V. Periode. 10 Tage.
Kali	34,11 Grm.	13,2 Grm.	0,0 Grm.
Stickſtoff	25,00 „	24,9 „	5,4 „
Phosphorſäure	5,99 „	6,94 „	1,33 „

Dieſe Verhältniſſe geben zu erkennen, daß die Haferpflanze in ihren oberirdiſchen Theilen an jedem der 21 Tage der III. und IV. Periode um nahe ebenſoviel an Kali zunahm, als an einem der 61 Tage der vorhergehenden, aber für die Phosphorſäure und den Stickſtoff ſtellt ſich ein ganz anderes Verhältniß heraus; denn die Menge beider, die in den Halm, die Aehre und die Blätter überging, betrug in dieſen 21 Tagen ebenſoviel als in 61 Tagen der I. und II. Periode, d. h. an jedem Tag von der Blüthe an und der Zeit der Reife nahmen die oberirdiſchen Theile der Pflanze um dreimal ſoviel an dieſen Stoffen als vorher zu.

Bei der Rübe wiſſen wir mit ziemlicher Gewißheit, daß von dem Zeitpunkte an, wo ſie einen Blüthenſtengel treibt, die Beſtandtheile deſſelben ſowie die der Blüthe und des Samens in der Wurzel bereits zum größten Theile vorhanden ſind und

Digitized by Google

von dieser geliefert werden, und es ist äußerst wahrscheinlich, daß die Kornpflanze sich ebenso verhält und daß sie von der Blüthe an bis zum Abschluß ihres Lebens, wenn auch nicht ausschließlich, von der Wurzel ernährt wird, die von diesem Zeitpunkte an ausgiebt, was sie in der vorangegangenen Periode gesammelt hat.

Knop hat beobachtet, daß blühende aus der Erde gegrabene Maispflanzen, blos im Wasser stehend, Kolben mit reifen Samen liefern, was beweist, daß die zur Samenbildung dienenden Stoffe zur Blüthezeit bereits in der Pflanze vorhanden sind.

Thatsache ist, daß das Korngewächs, wenn es vor der Blüthe abgeschnitten wird, in den niederen Zustand eines perennirenden Gewächses zurückversetzt wird, in welchem die Wurzel an Bildungsstoffen mehr einnimmt als sie ausgiebt*).

Der Unterschied in dem Bedarf der Hafer- und Rübenpflanze an unverbrennlichen Bestandtheilen und Stickstoff ist im Ganzen und in den verschiedenen Perioden ihres Wachsthums ganz außerordentlich verschieden. Die von Anderson für die Rübe und von Ahrends für die Halmpflanze ermittelten Thatsachen sind freilich nicht zahlreich genug, um ein bestimmtes Gesetz des Wachsthums für beide daraus zu folgern, sie können aber immerhin als Anhaltspunkt für einige Schlüsse dienen Die Mengen der Phosphorsäure und des Stickstoffs in der Rübenpflanze verhalten sich am Ende des ersten Vegetationsjahres ziemlich genau wie 1 : 1; bei der Haferpflanze hingegen wie 1 : 4. Auf dieselbe Phosphorsäuremenge bedarf die Hafer-

*) Buckmann (Journ. of the Royal Agric. Soc.) säete im Herbste 1849 auf einem Stück Feld Weizen, welcher im Jahre 1850 beständig abgeschnitten wurde, so daß die Pflanzen nicht zur Blüthe kamen; sie standen den Winter $18^{50}/_{51}$ und lieferten eine ganz gute Ernte im Jahre 1851.

Digitized by Google

pflanze viermal soviel Stickstoff als die Rübenpflanze, die letztere auf dieselbe Menge Stickstoff viermal soviel Phosphorsäure.

Wenn die Entwickelung der Haferpflanze einen ähnlichen Verlauf wie die der Rübenpflanze hat, so muß vor dem Schoßen die erstere in ihren unterirdischen Organen einen ähnlichen Vorrath von Bildungsstoffen wie die Rübenpflanze am Ende ihrer Vegetationszeit im ersten Jahre angesammelt haben. Die Masse der organischen Stoffe, welche sich in diesen Pflanzen vor der Entwickelung des Blüthenstengels anhäufen, ist offenbar bei der Rübe weit größer als bei der Haferpflanze; die erstere empfängt vom Boden weit mehr Nährstoffe, allein die Rübenpflanze hatte 122 Tage, die Haferpflanze nur etwa 50 Tage Zeit, um diese Nahrungsstoffe vor dem Schoßen dem Boden zu entziehen, und wenn die auf einem Hectar Feld wachsenden Rüben und Haferpflanzen täglich gleich viel davon empfangen hätten, so wird sich unter sonst gleichen Verhältnissen die Menge der aufgenommenen Nahrungsstoffe wie die Aufnahmszeit verhalten. Die Beschaffenheit der Wurzel macht je nach dem Umfang der aufsaugenden Wurzeloberfläche in dieser Beziehung einen großen Unterschied; die größere Wurzeloberfläche ist mit mehr Erdtheilen in Berührung und kann in derselben Zeit mehr Nahrungsstoffe daraus aufnehmen als die kleinere. Die erzeugte Masse von vegetabilischer Substanz und im Besonderen die Masse der erzeugten stickstofffreien und stickstoffhaltigen Materien hängt von der Natur der Pflanzen ab. Wäre die aufsaugende Wurzeloberfläche der Haferpflanze um 2,45 mal größer als die der Rübenpflanze, so würde in gleichen Verhältnissen die Haferpflanze täglich 2,45 mal, oder in 50 Tagen ebensoviel Nahrung aufnehmen als die Rübe in 122 Tagen, d. h. in gleichen Zeiten steht bei zwei Pflanzen das Aufnahmsvermögen derselben im Verhältniß zu ihrer Wurzeloberfläche.

Digitized by Google

Die Vegetationszeit der Rübenpflanze umfaßt im ersten Jahre 120 bis 122 Tage und schließt am Ende Juli des nächsten Jahres mit der Samenbildung ab; nimmt man 244 Vegetationstage an und denkt man sich die Vegetationszeit der Haferpflanze von 93 bis 95 Tagen auf 244 Tage verlängert, so gewinnt man in dieser Zeit $2^1/_2$ Haferernten und die Untersuchung dürfte vielleicht ergeben, daß die Quantität der in der Haferpflanze erzeugten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile nicht kleiner ist als die, welche in den Rübenpflanzen von einer gleichen Bodenfläche geerntet wird.

In dem Getreidesamen verhält sich die Menge der schwefel- und stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien, oder die blutbildenden Stoffe zu dem Stärkemehl wie 1 : 4 bis 5, in den Wurzeln der Rüben oder Knollen der Kartoffeln wie 1 : 8 bis 10; in den letzteren ist demnach die Menge der stickstofffreien Materien im Verhältniß zu den anderen weit größer.

Wenn in einem Weizenkorn bei einem gewissen Wärmegrad der organische Proceß beginnt, so sendet die Keimknospe zuerst eine Anzahl von Wurzelchen abwärts, während der Keim sich zu einem kurzen Stengelglied mit zwei oder drei vollständigen Blättern entwickelt. Gleichzeitig mit den Veränderungen, die in den Knospen vor sich gehen, werden die Bestandtheile des Mehlkörpers flüssig, das Stärkemehl verwandelt sich erst in eine dem Gummi ähnliche Substanz, dann in Zucker, der Kleber in Albumin, beide zusammen bilden das Protoplastem (Naegeli's organische Nahrungsstoffe) oder die Nahrung der Zelle, ihr Zustand gestattet, sich nach den Orten der Zellenbildung hinzubegeben; das Stärkemehl liefert die Elemente zur Bildung ihrer äußeren Wand, die stickstoffhaltige Materie macht einen Hauptbestandtheil des Zelleninhaltes aus. Mit den Wurzeln und

Digitized by Google

Blättern entstehen gleichzeitig aufwärts am Stengelgliede kleine Blattknospen, an der Basis der Wurzeln kleine Wurzelknospen.

In dem Protoplastem der Weizenpflanze macht die stickstofffreie Substanz die fünffache Menge der stickstoffhaltigen aus.

An diesen Vorgängen nimmt außer Wasser und Sauerstoff kein Stoff von Außen Antheil. Was der Samen an Kohlenstoff durch die Bildung von Kohlensäure beim Keimen verliert, nimmt die junge Pflanze später beinahe vollständig wieder auf.

Die unter diesen Umständen entwickelte Pflanze nimmt, auch wenn sie Wochen lang vegetirt, an Masse kaum merklich zu; die aus dem Weizensamen entwickelten Organe wiegen, getrocknet, im Ganzen nicht mehr als der Same, ihr relatives Verhältniß an stickstofffreien und stickstoffhaltigen Stoffen ist beinahe unverändert wie im Mehlkörper, dessen Bestandtheile im eigentlichen Sinne nur andere Formen angenommen haben. Zusammengenommen repräsentiren die Blätter, Wurzeln, Stengel, Blatt- und Wurzelknospen die in Werkzeuge und Apparate umgeformten Samenbestandtheile, denen jetzt das Vermögen zukommt, gewisse Arbeiten zu verrichten, welche darin bestehen, daß sie einen chemischen Proceß unterhalten, durch welchen, aus unorganischen Stoffen von Außen, unter Mitwirkung des Sonnenlichtes, Producte erzeugt werden, die in allen Eigenschaften denen gleichen, aus welchen sie selbst entstanden sind.

Der organische Vorgang der Zellenbildung setzt das Vorhandensein des Protoplastems voraus und ist unabhängig von dem chemischen Proceß, der dieses selbst erzeugt; der letztere bedingt die Fortdauer der Zellenbildung.

In der jungen Pflanze, die sich in reinem Wasser entwickelt hat, schließt der Mangel an den äußeren Bedingungen zur Unterhaltung des chemischen Processes diesen selbst aus. Die Blätter

Digitized by Google

und Wurzeln derselben verrichten als Werkzeuge keine Arbeit; sie erzeugen beim Ausschluß von Nahrung keine Producte, welche ihr Fortbestehen ermöglichen. Bis zu einem gewissen Umfange entwickelt, hört in ihnen selbst die Zellenbildung auf; aber der Zellenbildungsproceß setzt sich in den neu entstandenen Wurzel- und Blattknospen fort, die sich jetzt zu dem beweglichen Inhalte der bereits vorhandenen Blätter und Wurzeln verhalten, wie die Keimknospe des Weizensamens zu dem Mehlkörper; die stickstofffreien und stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben, welche das Arbeitscapital der bereits gebildeten Blätter und Wurzeln darstellen, werden, indem diese absterben, in neue Werkzeuge umgeformt, es entwickeln sich neue Blätter auf Kosten der Bestandtheile der alten. Aber diese Vorgänge haben nur eine geringe Dauer, nach einer Reihe von Tagen stirbt die junge Pflanze völlig ab. Der äußere Grund ihres kurzen Bestehens ist zunächst der Mangel an Nahrung, einer der inneren ist der Uebergang der löslichen stickstofffreien Substanz in Cellulose oder Holzzelle, durch welche sie ihre Beweglichkeit verliert; mit ihrer Abnahme vermindert sich die nothwendigste Bedingung zur Zellenbildung, die mit ihrem Verbrauche völlig aufhört. Die abgestorbenen Blätter hinterlassen beim Verbrennen eine gewisse Menge Asche und behalten demnach eine gewisse Menge von Mineralsubstanzen zurück, und ebenso bleibt darin eine kleine Menge stickstoffhaltiger Substanz.

Das Bemerkenswertheste in dieser Entwickelung ist das Verhalten des stickstoffhaltigen Stoffes des Samens, er wurde zu einem Bestandtheil der Wurzelfasern, Stengel und Blätter, und vermittelte an diesen Orten die Zellenbildung; nach dem Absterben der ersten Blätter wurde er zu einem Bestandtheil der folgenden und spielte in diesen, so lange noch Material zur Zellenbildung vorhanden war, zum zweiten und wiederholten

Digitized by Google

Male dieselbe Rolle; ein eigentlicher Verbrauch desselben in der Pflanze findet in der That nicht statt, er macht keinen geformten Bestandtheil der Zelle aus.

Die Versuche von Bouſſingault über das Wachsthum der Pflanzen bei Ausschluß aller Stickstoffnahrung (Annal. de chim. et de phys. Ser. III, XLIII, p. 149) sind, obwohl anderer Gesichtspunkte wegen angestellt, ganz geeignet, jeden Zweifel über das oben angedeutete überaus wichtige Vermögen der stickstoffhaltigen Materie, den Lebensproceß in der Pflanze zu unterhalten, ohne daß sie selbst an Masse zunimmt, zu beseitigen.

Zu diesen Versuchen wurden Lupinen, Bohnen, Kresse in reinen gewaschenen und geglühten Bimsstein gesäet, welchem eine gewisse Menge Asche von Stalldünger und von ähnlichen Samenkörnern, wie die ausgesäeten, beigemischt war. Die Pflanzen wuchsen theilweise unter Glasglocken, in welcher kohlensäurehaltige Luft stets erneuert wurde. Die Luft sowie das zum Begießen dienende Wasser waren von Ammoniak auf das Sorgfältigste befreit.

Die Resultate dieser Versuche waren folgende: Von einer Aussaat von 4,780 Grm. Samen (Lupinen, Bohnen, Kresse), worin 0,227 Grm. Stickstoff, wurden im geschlossenen Raume 16,6 Grm. getrocknete Pflanzen geerntet, der Stickstoffgehalt des Bodens hinzugerechnet wurden 0,224 Grm. Stickstoff wiedererhalten. In einem anderen Versuche, in welchem die Pflanzen, unter Abhaltung des Thaues und Regens, in freier atmosphärischer Luft wuchsen, wurden von 4,995 Grm. Samen (Lupinen Bohnen, Hafer, Weizen und Kresse) 18,73 Grm. getrocknete Pflanzen geerntet. Der Same enthielt 0,2307 Grm. Stickstoff, die Pflanzen und die Erde 0,2499 Grm.; in der ersten Versuchsreihe waren alle Nahrungsstoffe der Pflanze bis auf den Stickstoff gegeben, die Hauptbedingungen zur Bildung stickstoff-

Digitized by Google

freier Substanz waren vorhanden, aber die der stickstoffhaltigen völlig ausgeschlossen.

Beim Wachsen einer Weizenpflanze in reinem Wasser und in freier Luft nimmt ihr Gewicht nicht zu, das normale Samenkorn enthält eine gewisse Menge Kali, Bittererde und Kalk, welche zum inneren organischen Bildungsproceß erforderlich sind, aber keinen Ueberschuß an diesen Mineralsubstanzen, welcher zur Vermittelung des chemischen Processes der Neuerzeugung von Protoplastems dienen konnte. Beim Ausschluß der Mineralsubstanzen wird Wasser, aber weder Kohlensäure noch Ammoniak von den Organen aufgenommen, jedenfalls sind die beiden letzteren, auch wenn sie durch das Wasser in die Pflanze übergeführt werden, ohne irgend einen Einfluß auf den im Innern vor sich gehenden Proceß, sie werden nicht zersetzt und keine Pflanzensubstanz aus ihren Elementen gebildet.

In Bouſſingault's Versuchen ist die Wirkung der zugeführten Mineralsubstanzen unverkennbar. Das Gewicht der erzeugten Pflanzenmasse war nahe $3^1/_2$ mal größer als das des Samens, die Menge der stickstoffhaltigen Substanz war aber die nämliche wie im Samen; es waren also an stickstofffreier Substanz $2^1/_2$ mal mehr als das Samengewicht betrug, erzeugt worden; die Rechnung ergiebt, daß der Stickstoff im Samen unter diesen Umständen die Erzeugung seines 56fachen Gewichtes an stickstofffreier Substanz, oder, was das Nämliche ist (den Kohlenstoffgehalt der letzteren nur zu 44 Procent angenommen), die Zersetzung seines 90fachen Gewichts an Kohlensäure vermittelt hat.

Der Verlauf der Vegetation dieser Pflanzen giebt hinlänglichen Aufschluß über die Vorgänge in ihrem Organismus; sie entwickelten sich in den ersten Tagen kräftig, später gedrückt. Die zuerst entwickelten Blätter welkten nach einiger Zeit und fielen theilweise ab, dafür entwickelten sich andere, die sich ebenso ver-

Digitized by Google

hielten, und die Vegetation scheint einen Punkt zu erreichen, wo das sich neu Entwickelnde auf Kosten des Absterbenden lebt. Eine Zwergbohne (welche 0,755 Grm. wog) hatte vom 10. Mai an, an welchem Tage sie gesetzt wurde, bis zum 30. Juli 17 Blätter vollkommen entwickelt, von denen die 11 ersten am 30. Juli abgestorben waren; die Pflanze kam zum Blühen und lieferte am 22. August, an welchem Tage die Blätter beinahe ganz abgefallen waren, eine einzige kleine Bohne, welche 4 Centigrm. ($^1/_{19}$ von dem Gewicht der Samenbohne) wog; die ganze Ernte wog 2,24 Grm., sehr nahe dreimal mehr als der Same. Bei einer Roggenpflanze wurde deutlich wahrgenommen, wie mit der Entwickelung eines jeden jungen Blattes ein altes abstarb.

In der zweiten Versuchsreihe hatten die Pflanzen 1,92 Milligrm. Stickstoff (aus der Luft) aufgenommen und ein Mehrgewicht von 0,830 Grm. an Pflanzensubstanz erzeugt, für 1 Milligrm. Stickstoff 43 Milligrm. stickstofffreie Substanz.

Der Unterschied in der Entwickelung einer Pflanze in reinem Wasser und, wie in Bouſſingault's Versuchen, in einem Boden, welcher die unverbrennlichen Nahrungsstoffe zu liefern vermochte, ist klar und unzweideutig. Die erstgebildeten Organe empfingen in beiden Fällen ihre Elemente vom Samen, in beiden wurde zur Bildung der Cellulose in den Blättern, Wurzeln und Stengeln eine gewisse Menge von Mineralsubstanzen, sowie von löslicher stickstofffreier Substanz verbraucht und das Verhältniß derselben zur stickstoffhaltigen geändert; bei der im Wasser wachsenden war die Abnahme derselben dauernd, bei der anderen hingegen wurde eine gewisse Menge stickstofffreier Substanz neu erzeugt. Nichts kann gewisser sein, als daß in Bouſſingault's Versuchen durch die Zufuhr von Mineralsubstanzen die erstgebildeten Blätter die Fähigkeit empfingen, Kohlensäure aufzunehmen und zu zersetzen, ein Vermögen, welches die im reinen

Digitized by Google

Waſſer entwickelte Pflanze nicht beſaß, ſo zwar, daß ebenſo viel lösliche ſtickſtofffreie Subſtanz wiedererzeugt wurde, als in der Blatt- und Wurzelbildung durch den Uebergang der urſprünglich vorhandenen in Celluloſe verbraucht worden war.

In den beweglichen Beſtandtheilen der Pflanze war das relative Verhältniß der ſtickſtofffreien und ſtickſtoffhaltigen Samenbeſtandtheile nahe in gleicher Menge wie im Samen offenbar wiederhergeſtellt, beide wanderten durch den Stengel in jede neu entſtehende Blätterknospe und nahmen Theil an der Entwickelung neuer Blätter, durch deren Arbeit bis zu einer gewiſſen Grenze der Abgang an ſtickſtofffreier Subſtanz immer wieder gedeckt wurde, ſo daß derſelbe Proceß ſich Monate lang wiederholen konnte; in jedem der abgeſtorbenen Blätter (und Wurzelfaſern) blieb von der ſtickſtoffhaltigen Subſtanz eine gewiſſe Menge zurück und in der letzten Periode ſammelte ſich der bewegliche Reſt derſelben in der Samenſchote und in dem Samenkorn an.

Die Zufuhr der Mineralſubſtanzen hatte die Fortdauer des chemiſchen Proceſſes in der Pflanze bewirkt und die Erzeugung ſtickſtofffreier Subſtanzen vermittelt, durch ihre Gegenwart und durch die Mitwirkung der ſtickſtoffhaltigen Materien wurde aus Kohlenſäure neues Material zur Bildung von Zellenwänden erzeugt und die Lebensdauer bis zur normalen Grenze verlängert. Was hier ganz beſonders in die Augen fällt, iſt, daß eine verhältnißmäßig ſo kleine Menge der vom Samen ſtammenden ſtickſtoffhaltigen Subſtanz ſo lange Zeit hindurch die ihr zukommenden Functionen verrichten kann, ohne, wie es ſcheint, eine Veränderung zu erleiden, ſo daß ihr in dem lebenden Pflanzenleibe, der ſie zu erzeugen und zu ſammeln eingerichtet iſt, eine gewiſſe Unzerſtörlichkeit zukommen muß.

Berückſichtigt man, daß in dem erwähnten Verſuche mit der Zwergbohne ein großer Theil des Mehrgewichtes der erzeugten

Digitized by Google

ſtickſtofffreien Subſtanzen in den abſterbenden Blättern von dem Pflanzenkörper wieder abfiel, ſo ſieht man ein, daß die Zufuhr der Mineralſubſtanzen beim Ausſchluß der Stickſtoffnahrung der Bohnenpflanze keinen Nutzen brachte.

Man verſteht zuletzt, daß die in einer Bohne vorhandene Menge ſtickſtoffhaltiger Subſtanz vielleicht genügend geweſen wäre, die Vegetation einer Nadelholzpflanze, welche ihre Blätter nicht verliert, auf Jahre hinaus zu erhalten und viele hundert, vielleicht tauſend Mal ihr Gewicht an Holzſubſtanz hätte erzeugen können, und wie eine ſolche Pflanze auf einem dürren, für andere Pflanzen ſo gut wie unfruchtbaren Boden bei ſpärlichſter Zufuhr von Stickſtoffnahrung gedeihen kann, wenn der Boden diejenigen Mineralſubſtanzen zu liefern vermag, die zur Erzeugung ſtickſtofffreier Materie unentbehrlich ſind.

Der Zuwachs einer Pflanze iſt im Weſentlichen eine Vergrößerung und Vermehrung der Werkzeuge der Ernährung, der Blätter und Wurzeln. Zur Vergrößerung eines Blattes und einer Wurzelfaſer oder zur Hervorbringung eines zweiten Blattes und einer zweiten Wurzelfaſer gehören die nämlichen Bedingungen, wie zur Erzeugung des erſten Blattes und der erſten Wurzelfaſer. Dieſe Bedingungen lehrt uns die Analyſe der Samen mit genügender Sicherheit kennen; die erſten Wurzeln und Blätter, deren Elemente der Samen geliefert hat, erzeugen in den normalen Verhältniſſen der Ernährung aus gewiſſen Mineralſubſtanzen organiſche Verbindungen, welche zu Theilen und Beſtandtheilen ihrer ſelbſt oder zu Beſtandtheilen zweier oder mehrerer Blätter und Wurzeln werden, welche die nämlichen Elemente und identiſche Eigenſchaften wie die erſten, d. h. das nämliche Vermögen beſitzen, unorganiſche Nahrungsſtoffe in organiſche Bildungsſtoffe umzuwandeln. Es iſt klar, daß zur Vergrößerung der erſten und zur Bildung neuer Blätter und Wur-

Digitized by Google

zeln stickstofffreie und stickstoffhaltige Stoffe in dem nämlichen Verhältniſſe wie im Samen gedient haben müſſen, und es wird hieraus wahrſcheinlich, daß die organiſche Arbeit der Pflanze unter der Herrſchaft des Sonnenlichtes in allen Perioden ihres Wachsthums gleichförmig das nämliche Material und zwar ihre Samenbeſtandtheile erzeugt, welche, zu ihrem Aufbau verwendet, ſich zu Blättern, Stengel und Wurzelfaſern oder zuletzt zu Samen geſtalten; die löslichen oder der Löſung fähigen Beſtandtheile einer Knospe, Knolle oder der Wurzel eines perennirenden Gewächſes ſind identiſch mit den Samenbeſtandtheilen. Die Halmpflanze erzeugt ſtickſtoffhaltige und ſtickſtofffreie Stoffe im nämlichen Verhältniſſe wie im Mehlkörper, die Kartoffelpflanze erzeugt die Beſtandtheile der Knolle, die zu Blättern und Stengel oder Wurzeln werden oder ſich im unterirdiſchen Stengel zu Knollen wieder anhäufen, wenn die äußeren Bedingungen der Blatt- und Wurzelbildung nicht ferner günſtig ſind*).

Während der Dauer des Wachsthums der Pflanze behaupten, bei normaler Ernährung, die erſten wie die letzten Blätter und Wurzeln ihre Exiſtenz, weil ſie ihre identiſchen Beſtandtheile, aus denen ſie ſelbſt entſtanden ſind, aus der zugeführten Nahrung wieder erzeugen, deren Ueberſchuß, den ſie ſelbſt zu ihrer eigenen Vergrößerung nicht bedürfen, den Orten der überwiegenden Bewegung oder Zellenbildung, dem Wurzel-

*) Bouſſingault hat beobachtet, daß ſelbſt Samen von 2 bis 3 Milligrm. Gewicht in abſolut ſterilem Boden Pflanzen erzeugen, bei denen alle Organe ſich ausbilden, deren Gewicht aber nach Monaten, wenn ſie in freier Luft und noch entſchiedener in einer begrenzten Atmoſphäre vegetiren, nicht viel mehr beträgt, als die des Samens; die Pflanzen bleiben zart, ſie erſcheinen in allen Dimenſionen verjüngt und können wachſen, ſelbſt blühen und Samen tragen, der nichts weiter als einen fruchtbaren Boden bedarf, um wieder eine normale Pflanze zu erzeugen (Compt. rend. T. XLIV, p. 940).

Digitized by Google

körper und den Blattknospen oder den äußersten Spitzen der Wurzeln und Triebe, zuletzt, wie bei den Sommerpflanzen, den Organen der Samenbildung zuwandert, die mit der Samenreife den größten Theil der in der ganzen Pflanze vorhandenen beweglichen Samenbestandtheile in sich aufnehmen.

Die Zufuhr der unverbrennlichen Nahrungsstoffe bewirkte die Bildung von stickstofffreier Substanz, von der ein Theil zur Bildung der Holzzelle verbraucht, ein anderer zu demselben Zwecke verwendbar blieb; die Zufuhr der Stickstoffnahrung bedingte die entsprechende Erzeugung von stickstoffhaltiger Materie, so daß das Protoplastem stets wieder hergestellt und so lange der chemische Proceß dauerte, vermehrt wurde.

Damit eine Pflanze blühe und Samen trage, scheint es bei vielen nothwendig zu sein, daß die Thätigkeit der Blätter und Wurzeln einen Ruhepunkt erreicht; erst von da an scheint der Zellenbildungsproceß nach einer neuen Richtung die Oberhand zu gewinnen und das vorhandene Bildungsmaterial, wenn es nicht weiter zur Ausbildung neuer Blätter und Wurzeln in Anspruch genommen wird, dient jetzt zur Bildung der Blüthe und des Samens. Mangel an Regen und damit an Zufuhr von unverbrennlichen Nahrungsstoffen beschränkt die Blattbildung und beschleunigt die Blüthezeit bei vielen Pflanzen. Trockene und kühle Witterung befördert die Samenbildung. In warmen und feuchten Klimaten tragen die Cerealien im Sommer gesäet wenig oder keinen Samen, und auf einem an Ammoniak armen Boden kommen die Wurzelgewächse weit leichter zum Blühen und Samentragen, als auf einem daran reichen.

Wenn zu dem normalen Verlauf der Vorgänge während des Wachsthums der Pflanze ein ganz bestimmtes Verhältniß von stickstofffreien und stickstoffhaltigen Stoffen in dem Protoplastem gehört, welches in der Pflanze gebildet wird, so sieht man

Digitized by Google

ein, daß der Mangel oder Ueberschuß der zu ihrer Erzeugung unentbehrlichen Mineralsubstanzen auf das Wachsthum der Pflanze, auf die Blätter-, Wurzel- und Samenbildung einen ganz entscheidenden Einfluß ausüben muß. Beim Mangel an stickstoffhaltigen und Ueberfluß an ihren Nahrungsstoffen würden stickstofffreie Stoffe in überwiegender Menge gebildet werden, welche, wenn sie die Form von Blättern und Wurzeln angenommen haben, von der stickstoffhaltigen Substanz eine gewisse Menge zurückhalten, so daß die Samenbildung, deren Hauptbedingung ein Ueberschuß von Protoplasma ist, beeinträchtigt wird. Ein Ueberschuß an Stickstoffnahrung bei einem Mangel an ihren Nahrungsstoffen wird der Pflanze selbst keinen Nutzen bringen, weil sie für ihre organische Arbeit stickstoffhaltige Substanzen nur im Verhältniß wie im Protoplasma verwenden kann und der Inhalt der Zelle ohne Stoff zur Bildung ihrer Wände bedeutungslos für die Pflanze ist.

In dem Lebensproceß des Thieres bilden sich seine Organe aus den Elementen des Eies, seine geformten Bestandtheile sind stickstoffhaltig. Im Gegensatze zu dem Thiere sind die geformten Bestandtheile der Pflanze stickstofffrei, alle vegetativen Vorgänge sind Processe der Erzeugung ihrer Samenbestandtheile; die Pflanze lebt nur, insofern sie ihre Eibestandtheile und ihr Ei erzeugt, das Thier lebt nur, insofern es eben diese Eibestandtheile zerstört.

Auf einem und demselben für die Rüben- und Weizenpflanze gleich geeigneten Boden erzeugt die erstere auf die nämliche Menge stickstoffhaltiger Substanz doppelt soviel stickstofffreie, als die Weizenpflanze; es ist klar, daß wenn zwei Pflanzen in derselben Zeit ungleiche Mengen von Kohlenhydraten (Holz, Zucker, Stärkemehl) erzeugen, so müssen die Werkzeuge der Zersetzung die Einrichtung haben, nicht nur der zu zersetzenden Kohlen-

Digitized by Google

säure, welche den Kohlenstoff, und dem Wasser, welches den Wasserstoff lieferte, einen entsprechenden Raum und dem einwirkenden Lichte eine entsprechende Oberfläche darzubieten, sondern sie müssen auch dem Sauerstoff gestatten, ebenso rasch zu entweichen, als er frei geworden ist. Wenn man in dieser Beziehung die Blätter einer Weizenpflanze mit denen einer Turnipsrübe vergleicht, so ist der Unterschied im Umfang und Wasserreichthum in die Augen fallend; noch größere Unterschiede giebt die mikroskopische Untersuchung zu erkennen. Die Weizenpflanze hat aufrecht stehende Blätter, die dem Lichte eine weit kleinere Oberfläche darbieten, als die Blätter des Rübengewächses, welche den Boden beschatten und die Austrocknung desselben und damit die Verdunstung der Kohlensäure aus dem Boden hindern. Die Spaltöffnungen sind auf dem Weizenblatte gleich dicht auf beiden Seiten, auf dem Rübenblatte sind sie weit zahlreicher, obwohl kleiner als auf dem Weizenblatte, und es befindet sich eine bei weitem größere Anzahl derselben auf der dem Boden zugekehrten Seite, als auf der oberen.

Alle Thatsachen, die wir über die Ernährung der Gewächse kennen, beweisen, daß der Vorgang der Aufnahme ihrer Nahrungsstoffe kein einfacher osmotischer Proceß ist, sondern daß ihre Wurzeln in Beziehung auf die Menge und Natur der durch sie in die Pflanze übergehenden Stoffe eine ganz bestimmte thätige Rolle übernehmen.

Am augenscheinlichsten zeigt sich der Einfluß der Wurzeln in der Vegetation der Seegewächse und Süßwasserpflanzen, deren Wurzeln mit dem Boden nicht in Berührung sind.

Diese Pflanzen empfangen ihre unverbrennlichen Nahrungsstoffe aus einer Lösung, in welcher sie auf das Gleichförmigste verbreitet und gemischt sind; die vergleichende Analyse des Wassers und der Aschenbestandtheile dieser Pflanzen zeigt, daß eine

Digitized by Google

jede Pflanze ein anderes Verhältniß Kali, Kalk, Kieselsäure, Phosphorsäure aus der nämlichen Lösung aufnimmt.

In der Asche der Wasserlinse waren unter anderen enthalten auf:

Kochsalz	10 Theile,
Kali	22 „

Das Wasser, in dem sie wuchs, enthielt auf 10 Theile nur 4 Theile Kali. In der Pflanze war das relative Verhältniß der Schwefelsäure zur Phosphorsäure wie 10 : 14, in dem Wasser wie 10 : 3.

Ganz ähnliche Verhältnisse bieten die Seegewächse dar; das Seewasser enthält auf 25 bis 26 Theile Chlornatrium 1,21 bis 1,35 Theile Chlorkalium, aber die in diesem Wasser wachsenden Pflanzen enthalten mehr Kali als Natron; der Kelp der Orkney-Inseln, welcher aus der Asche mancher Fucus-Arten*) besteht, enthält auf 26 Procent Chlorkalium nur 19 Procent Chlornatrium.

Das Seewasser enthält Mangan, aber in so außerordentlich kleiner Menge, daß es der Analyse sicherlich entgangen wäre, wenn es sich nicht als constanter Bestandtheil in der Asche vieler Seegewächse vorfände: die Asche der Padina pavonia (eine Tangart) sogar über 8 Procent von dem Gewicht der trocknen Pflanze**). Durch gleiche Ursachen häufen sich in den Laminarien die im Seewasser in so außerordentlich geringen Men-

*) Siehe die Analyse der Asche von Fucus-Arten von Göbechens. (Annal. d. Chem. u. Pharm. LIV, 351.)

**) Um einen Begriff zu geben von der außerordentlich großen Kraft, womit diese Pflanze das Mangan aus dem Seewasser anzieht, will ich anführen, daß dessen Menge so gering ist, daß ich nur im Stande war, es mit Bestimmtheit nachzuweisen, als ich das von 20 Pfund Seewasser gewonnene Eisenoxyd einer genauen Untersuchung unterzog (Forchhammer und Poggendorff XCV, S. 84.)

Digitized by Google

gen vorkommenden Jodverbindungen an; Chlorkalium und Chlornatrium besitzen dieselbe Krystallgestalt und haben so viele Eigenschaften mit einander gemein, daß sie ohne Hinzuziehung chemischer Hülfsmittel nicht mit Bestimmtheit von einander unterschieden werden können; die Pflanze unterscheidet hingegen beide vollkommen, denn sie scheidet sie von einander und läßt für 1 Aequivalent Kalium, das sie aufnimmt, über 30 Aequivalent Natrium im Wasser zurück. Mangan und Eisen, Jod und Chlor sind ebenfalls isomorph, aber die Jodpflanze scheidet einen Gewichtstheil Jod von mehreren Tausend Gewichtstheilen Chlor im Seewasser ab.

Die bekannten Gesetze der Osmose und der Diffusion oder des Austausches von Wasser und Salzen durch eine todte Membran oder einen porösen Mineralkörper geben nicht den geringsten Aufschluß über die Wirkung, welche die lebende Membran auf die in einer Flüssigkeit gelösten Salze und auf ihren Durchgang und ihre Aufnahme in die Pflanze ausübt. Die Beobachtungen von Graham (Phil. Mag. 4 Ser. Aug. 1850) zeigen, daß Materien, welche eine chemische Action auf die thierische Membran auszuüben vermögen, wie kohlensaures Kali, Aetzkali, die sie zum Schwellen bringen und nach und nach zersetzen, den Durchgang des Wassers ganz außerordentlich befördern*), und er

*) Das Wasser in den Röhren seines Osmometers stieg bei einem Gehalte von $1/10$ Procent kohlensaures Kali auf 167 Millimeter, bei 1 Procent auf 863 Millimeter (38 englische Zoll). In einem andern Versuche stieg das Wasser bei einem Gehalte von 1 Procent schwefelsaures Kali auf 12 Millimeter, beim Zusatz von $1/10$ Procent kohlensauren Kalis zu dieser Lösung auf 254 bis 264 Millimeter, dieselbe Kalilösung für sich nur auf 92 Millimeter. Von einem osmotischen Aequivalente kann, wenn die Membran chemisch verändert wird, keine Rede sein.

Die neuesten Untersuchungen Graham's über den Durchgang krystallinischer und der Krystallisation unfähiger Substanzen sind be-

Digitized by Google

bemerkt, daß in allen Theilen des Pflanzengebäudes in den Membranen und den Zellen, aus welchen sie bestehen, vor sich gehende unaufhörliche Veränderungen, Zersetzungen und Neubildungen, Vorgänge, für welche wir kein Maß besitzen, den osmotischen Proceß gänzlich ändern müssen, so daß also der Durchgang der Mineralsubstanzen durch die lebende Pflanzenmembran nach sehr zusammengesetzten Gesetzen erfolgt.

Die Landpflanzen verhalten sich zu dem Boden, in welchem sie wachsen, in ähnlicher Weise, wie die Seegewächse zum Seewasser. Ein und dasselbe Feld bietet den Pflanzen die Alkalien, alkalischen Erden, die Phosphorsäure und das Ammoniak in vollkommen gleicher Form und Beschaffenheit dar, aber keine Pflanzenasche ist in den relativen Verhältnissen ihrer Bestandtheile der Asche einer andern Pflanze gleich; selbst die Schmarotzerpflanzen, die ihre mineralischen Bestandtheile, in einer gewissen Weise zubereitet, von andern Pflanzen empfangen, verhalten sich, wie z. B. Viscum album, nicht wie ein aufgepfropfter Zweig zum Baum, sondern sie nehmen aus dem rohen Nahrungssafte ganz andere Verhältnisse davon auf (Annal. d. Chem. u. Pharm. L, 363). Da der Boden in Beziehung auf die Zufuhr dieser Stoffe vollkommen passiv sich verhält, so müssen Ursachen in der Pflanze selbst wirksam sein, die je nach ihrem Bedürfniß ihre Aufnahme regelt.

Die Beobachtungen von Hales (siehe Anhang C) zeigen, daß die Verdunstung an der Oberfläche der Blätter und Zweige einen mächtigen Einfluß auf die Bewegung der Säfte und die Aufnahme von Wasser aus dem Boden ausübt, und wenn die Pflanze ihre mineralischen Nahrungsmittel aus einer Lösung

---

sonders merkwürdig und versprechen über die Vorgänge im thierischen Organismus ein helleres Licht zu verbreiten.

Digitized by Google

empfängt, die sich im Boden bewegt und unmittelbar in die Wurzel übergeht, so müßte diese Ursache zwei Pflanzen verschiedener Gattung oder Art, die in gleichen Verhältnissen wachsen, die nämlichen Mineralsubstanzen in denselben relativen Verhältnissen zuführen, aber, wie bemerkt, zwei solcher Pflanzen enthalten diese Stoffe in den allerungleichsten Verhältnissen.

Thatsache ist, daß in Beziehung auf die Aufnahme der Nahrung durch die Wurzeln eine Auswahl statt hat. Bei den Wasserpflanzen, die unter Wasser wachsen, ist die Verdunstung als eine möglicherweise wirkende Ursache des Uebergangs völlig ausgeschlossen, und es muß bei diesen die aufnehmende Oberfläche eine sehr ungleiche Anziehung auf die verschiedenen Stoffe äußern, welche die Lösung in gleicher Form und Beweglichkeit darbietet, oder, was das Nämliche ist, es müssen ihrem Durchgang durch die äußersten Zellenschichten ungleiche Widerstände entgegenstehen. Bei den Wurzeln der Landpflanzen kann, nach dem ungleichen Verhältnisse der übergegangenen Stoffe zu schließen, dies nicht anders sein.

Das Vermögen der Wurzeln, den Uebergang gewisser Stoffe aus dem Boden in die Pflanze auszuschließen, ist nicht absolut; in dem Holz der Buche, Birke, Föhre hat Forchhammer (Poggend. Annal. XCV, 90) Blei, Zink, Kupfer, in dem der Eiche Zinn, Blei, Zink, Kobalt in äußerst kleinen Spuren nachgewiesen, und der Umstand, daß namentlich die äußerste Rinde oder Borke Metalle dieser Art in bemerklich größerer Menge als das Holz enthält, deutet schon darauf hin, daß ihre Gegenwart zufällig ist, und daß sie in dem Pflanzenleben keine Rolle spielen.

Wie klein die Mengen dieser Metalle sein müssen, welche die Wurzeln dieser Bäume aufnehmen, wird man danach beurtheilen können, daß die chemische Analyse bis jetzt nicht im

Digitized by Google

Stande gewesen ist, außer Mangan und Eisen Spuren von einem der andern Metalle im Wasser der Brunnen, Bäche oder Quellen nachzuweisen, und ihr Vorkommen in diesen Holzpflanzen, welche während eines halbhundertjährigen Wachsthumes und länger, ungeheure Mengen von Wasser aufgenommen und verdunstet haben, ist der einzige Beweis, den wir besitzen, daß dieses Wasser wirklich diese Metalle in irgend einer Form enthalten haben muß.

Die Beobachtungen von de Sauſſure, Schloßberger und Herth zeigen, daß die Wurzeln von Land- und Wasserpflanzen aus sehr verdünnten Salzlösungen Wasser und Salz in ganz anderen Verhältnissen in sich aufnehmen, als die Flüssigkeit enthält, in allen Fällen ein größeres Verhältniß von Wasser und eine kleinere Menge von Salz. In Pflanzen, die mit verdünnten Lösungen von Barytsalzen begossen wurden, fand Daubeny keinen Baryt, den Knop in ähnlichen Versuchen bei anderen nachwies. Das allgemeine Ergebniß aller dieser Versuche ist, daß die Pflanzen für sich das Vermögen nicht besitzen, der chemischen Wirkung von Salzen und anderen unorganischen Verbindungen auf die unendlich feine Wurzelmembran einen dauernden Widerstand entgegenzusetzen.

Die große Mehrzahl aller Landpflanzen vertragen in ihrem natürlichen Zustande im Boden keine Salzlösungen von der Concentration, wie sie in diesen Experimenten angewendet wurden, ohne zu kränkeln und abzusterben, und es wirken sogar kohlensaures Kali und Ammoniak, Stoffe, von denen wir mit Bestimmtheit wissen, daß sie Nahrstoffe sind, auf viele Pflanzen als Gifte ein, wenn sie im Wasser, welches sich im Boden bewegt, nur in so geringer Menge vorhanden sind, daß dieses rothes Lackmuspapier deutlich bläut. Es wäre andererseits sehr wunderbar, wenn die Wurzeln einer Pflanze außerhalb des Bodens

Digitized by Google

und in Verhältnissen, die ihrer Natur nicht entsprechen, unter dem Einfluß der Verdunstung für Salzlösungen undurchdringlich wären*).

Von einem ganz andern Gesichtspunkte, als wie die Metalle, welche Forchhammer in Holzpflanzen fand, müssen diejenigen Mineralsubstanzen angesehen werden, welche, wie das Eisen, constant, wenn auch in sehr kleinen Mengen, in allen Pflanzen vorkommen.

Wir kennen die Rolle, welche das Eisen im thierischen Organismus spielt, in dem es verhältnißmäßig in nicht größerer Menge vorkommt, als im Getreidesamen, und sind vollkommen überzeugt, daß ohne einen gewissen Eisengehalt in der Nahrung der Thiere die Bildung der Blutkörperchen, welche eine Hauptfunction des Blutes vermitteln, unmöglich ist, und wir sind gezwungen, dem Abhängigkeitsgesetz gemäß, welches das Leben der Thiere und Pflanzen verkettet, auch dem Eisen in der Pflanze einen thätigen Antheil an ihren Lebensfunctionen zuzuschreiben, so zwar, daß mit dessen Ausschluß ihr Bestehen gefährdet wird.

Bis jetzt hat die Chemie nur denjenigen unverbrennlichen

---

*) Wenn der eine lange Schenkel einer heberförmig gebogenen, mit Wasser gefüllten, mit dicker Schweins- oder Ochsenblase verschlossenen Röhre in Salzwasser oder Oel gestellt und der andere Schenkel der Luft ausgesetzt wird, so verdunstet das Wasser in den Poren der Blase, womit der kurze Schenkel verschlossen ist; durch die capillare Wirkung der Blase wird das in Gasform ausgeschiedene Wasser auf der anderen Seite der Blase wieder aufgenommen, und es entsteht in dieser Weise in dem Innern der Röhre ein leerer Raum und in Folge desselben ein vermehrter Druck auf die beiden Blasenoberflächen, wodurch das Salzwasser oder das Oel durch die Blase in die Röhre eingetrieben wird. (Untersuchungen über einige Ursachen der Säftebewegung von J. v. Liebig, Braunschweig bei Fr. Vieweg und Sohn 1848, S. 67.) Eine Pflanze kann sich in gleichen Verhältnissen nicht anders verhalten, als eine mit durchdringlichen porösen Membranen geschlossene Röhre.

Digitized by Google

Stoffen einen bestimmten Antheil an dem Lebensproceß der Pflanzen zugeschrieben, welche allen gemein sind, und die nur in ihren relativen Verhältnissen in den Pflanzen abweichen; wenn aber die Vermuthung sich bestätigt, daß das Eisen ein constanter Bestandtheil des Blattgrüns und mancher Blumenblätter ist, so kann man sich denken, daß andere in den Pflanzenvarietäten constant vorkommende Metalle, wie Mangan in der Pavonia und Zostera, der Trapa natans, vielen Holzpflanzen und manchen Getreidearten und der Theestaude, Antheil an den vitalen Functionen nehmen und gewisse Eigenthümlichkeiten davon abhängig sind. Die Viola calaminaria, welche so charakteristisch für die Zinklager bei Aachen ist, daß man neue Fundorte der Zinkerze nach dem Standorte der Pflanze aufgesucht hat, enthält in ihrer Asche Zinkoxyd (Alex. Braun).

So wie das Chlornatrium (Kochsalz) und Chlorkalium für manche Pflanze eine Bedingung ihres Gedeihens ist, so spielt offenbar das Jodkalium in anderen eine ähnliche Rolle, und wenn man die eine als eine Chlorpflanze bezeichnet, so wird man mit gleichem Rechte andere als Jodpflanzen oder Manganpflanzen*) (Fürst Salm-Horstmar) bezeichnen können. Die Ungleichheit in dem Gehalte an Jod in verschiedenen Varietäten von Fucus (Goedechens) oder von Thonerde in Lycopodium-Arten (Graf Laubach) ist freilich unerklärt, allein das Vermögen der Pflanzen, Stoffe, wie das Jod, dem Seewasser, in dem sie wachsen, auch in der kleinsten Menge zu entziehen und in ihrem Organismus anzuhäufen und festzuhalten, kann nur dadurch erklärt werden,

*) Die Untersuchungen der folgenden Wasserpflanzen ergaben in ihrer Asche beträchtliche Mengen von Mangan und Eisen; von Mangan enthielt das Wasser keine Spuren: Victoria regia (im Blattstiele vorzüglich Mangan, im Blatte Eisen), Nymphaea coerulea, dentata, lutea, Hydrocharis Humboldti, Nelumbium asperifolium (Dr. Zöller).

Digitized by Google

daß sie in der Pflanze selbst mit gewissen Theilen derselben eine Verbindung eingegangen sind, wodurch ihre Rückkehr in das Medium, dem sie entzogen worden sind, so lange die Pflanze lebt, verhindert wird *).

Man könnte sich denken, daß in einer Pflanze in Beziehung auf die aus der Luft und dem Boden aufgenommenen Stoffe ein Zustand der Sättigung besteht, und daß alle Stoffe ohne Unterschied, welche die Lösung im Boden darbietet, oder unter Mitwirkung der Wurzeln löslich gemacht wurden, aufgenommen werden. Unter diesen Verhältnissen könnte natürlich nur derjenige Stoff in der Pflanze von Außen übergehen oder angezogen werden, welcher aus der Lösung innerhalb zu einem Bildungszweck derselben entzogen wird; die Nymphaea alba und Arundo phragmites nehmen nach den Untersuchungen von Schultz-Fleeth aus demselben Boden und Wasser die erstere nahe 13 Procent, die andere 4,7 Procent Aschenbestandtheile und darin Kieselsäure in der ungleichsten Menge auf. Die Asche der Nymphaea enthält noch nicht $^1/_2$, die des Rohrs über 71 Procent. Nach der eben angedeuteten Ansicht wird den Wurzeln beider Pflanzen gleichviel Kieselsäure dargeboten und sie nehmen, dem Volum des Saftes entsprechend, gleichviel davon auf. In der Rohr-

*) In Beziehung auf den Kupfergehalt des Weizen- und Roggensamens, welchen Meier in Kopenhagen als constanten Bestandtheil in beiden nachgewiesen hat, sagt Forchhammer (Poggendorff's Annal. XC, 92): „Es ist ein durch lange Praxis bewährtes Mittel, die Weizenkörner, welche zur Saat bestimmt sind, in einer Auflösung von schwefelsaurem Kupfer einzuweichen. Die gewöhnliche Erklärung dieser Erfahrung ist, daß der Kupfervitriol die Keime der Schwämme vernichte, welche den Weizen angreifen, eine Erklärung, von der ich auf keine Weise behaupten will, daß sie unrichtig sei; man könnte sich aber auch denken, wenn das Kupfer für den Weizen nothwendig ist, daß man durch dieses Mittel dem Mangel an dem zum kräftigen Wachsthum des Weizens nothwendigen Kupfer abhilft."

Digitized by Google

pflanze wird die aufgenommene Kieſelſäure dem Safte unausgeſetzt entzogen und in den Blättern, Blatträndern, Blattſcheiden u. ſ. w. in feſtem Zuſtande abgelagert. Der Saft innerhalb enthält weniger wie die Löſung außerhalb, und es würde in Folge davon neue Kieſelſäure von Außen aufgenommen, bei der Nymphaea aber nicht, weil die übergegangene in dieſer nicht verbraucht wird.

Nimmt man für den Uebergang der Kohlenſäure und Phosphorſäure denſelben Grund an, ſo beſitzt die Pflanze kein eigentliches Wahlvermögen, ſondern der Uebergang der Nahrungsſtoffe wird durch osmotiſche Verhältniſſe bedingt.

Es kann zwar nicht geleugnet werden, daß das Wachſen ſelbſt oder die Zunahme an Maſſe eine Bedingung der Aufnahme der Nahrungsſtoffe iſt; denn ſo wie es ſicher iſt, daß eine Pflanze nicht wächſt, wenn ihr keine Nahrung dargeboten wird, ſo iſt es eben ſo gewiß, daß ſie keine Nahrung aufnimmt, wenn die äußeren Bedingungen dem Wachsthume nicht günſtig ſind; allein die oben angedeutete Anſicht zwingt zu Vorausſetzungen, die ſich in der Natur nicht begründen laſſen; die eine z. B. iſt, daß ſich außerhalb der Wurzeln wirklich eine Löſung befinde, die alle Aſchenbeſtandtheile der Gewächſe enthält, die andere, daß die Wurzeln der Pflanzen insgeſammt eine ähnliche Structur und der Saft derſelben die nämliche Beſchaffenheit beſitzen.

Was die Wurzeln betrifft, ſo ſcheinen die gewöhnlichſten Beobachtungen zu beweiſen, daß ſie ein verſchiedenes Aneignungsvermögen für mineraliſche Nahrung beſitzen, was ſich in einer ungleichen Anziehung äußert; nicht alle gedeihen gleich gut in jedem Boden, die eine Pflanze in weichem, die andere in hartem oder kalkreichem Waſſer, andere nur in Sümpfen, manche auf kohlenſtoff- und ſäurereichen Feldern, wie die Torfpflanzen, andere wieder nur auf ſolchen, welche reichliche Men-

Digitized by Google

gen von alkalischen Erden enthalten. Viele Moose und Flechten wachsen nur auf Steinen, deren Oberfläche sie merklich verändern, andere, wie die Köleria, vermögen dem Kieselsande die spärlich beigemengte Phosphorsäure und das Kali zu entziehen; die Graswurzeln greifen die feldspathigen Gesteine an, deren Verwitterung dadurch beschleunigt wird. Die Rüben, Esparsette und Luzerne, sowie die Eiche und Buche empfangen die Hauptmasse ihrer Nahrung aus dem an Humus armen Untergrund, während die Halm- und Knollengewächse vorzugsweise in der Ackerkrume und im humusreichen Boden gedeihen; die Wurzeln vieler Schmarotzerpflanzen sind vollkommen unfähig, der Erde die ihnen nöthige Nahrung zu entziehen, und es sind die Wurzeln anderer Pflanzen, die sie ihnen zubereiten; wieder andere, wie die Pilze, entwickeln sich nur auf Pflanzen- und Thierüberresten, deren stickstoffhaltige und stickstofffreie Bestandtheile sie zu ihrem Aufbau verwenden.

Diese Thatsachen in ihrer richtigen Bedeutung erkannt, scheinen jeden Zweifel über die ungleiche Wirkung der Wurzeln der Pflanzen auf den Boden zu beseitigen, sowie wir denn wissen, daß das gemeine Lycopodium und Farnkraut Thonerde aufnehmen, die wir aber in der Form, in welcher sie in jeder fruchtbaren Erde vorkommt, nicht als löslich in reinem und kohlensaurem Wasser kennen und welche in keiner andern Pflanze nachgewiesen werden kann, die neben dem Lycopodium auf dem nämlichen Boden wächst; in gleicher Weise hat Schultz-Fleeth in dem Wasser, in welchem sich Arundo phragmites, eine der an Kieselsäure reichsten Pflanze, entwickelt, in 1000 Theilen keine durch das Gewicht bestimmbare Menge Kieselsäure vorgefunden.

Digitized by Google

Der Boden.

Aus dem Boden empfangen die Gewächse die zu ihrer Entwickelung nöthige Nahrung, und es ist die Bekanntschaft mit seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften für das Verständniß des Ernährungsprocesses der Gewächse und der Operationen des Feldbaues von Wichtigkeit. Es ist selbstverständlich, daß ein Boden, um fruchtbar für die Culturgewächse zu sein, als erste Bedingung die Nahrungsmittel derselben in genügender Menge enthalten muß; allein die chemische Analyse, welche dieses Verhältniß bestimmt, giebt nur selten einen richtigen Maßstab zur Beurtheilung der Fruchtbarkeit verschiedener Bodenarten ab, weil die darin enthaltenen Pflanzennahrungsmittel, um wirksam oder aufnahmfähig zu sein, eine gewisse Form und Beschaffenheit besitzen müssen, welche die Analyse nur unvollkommen anzeigt.

Der rohe Boden, sowie die Erde, welche aus dem Staub und getrocknetem Schlamm der Landstraßen entsteht, bedeckt sich nach kurzer Zeit mit Unkrautpflanzen, und während er für die Cultur von Halm- und Küchengewächsen oft noch ungeeignet ist, ist er darum nicht unfruchtbar für andere Pflanzen, welche, wie Klee, Esparsette und Luzerne, einer großen Menge Nahrung bedürfen, und die wir häufig auf den Abhängen von Eisenbahndämmen, die aus nie cultivirter Erde aufgeschüttet sind, mit Ueppigkeit gedeihen sehen. Ein ähnliches Verhältniß zeigt der Untergrund vieler Felder; bei manchen verbessert die Erde aus tieferen Schichten die Ackerkume und macht sie fruchtbarer, bei

Digitized by Google

anderen wirkt der Untergrund, der Ackerkrume beigemischt, geradezu als Gift.

Der rohe, für Halm- und Küchengewächse unfruchtbare Boden bietet die bemerkenswerthe Erscheinung dar, daß er allmälig durch fleißige, mehrjährige Bearbeitung und durch den Einfluß der Witterung fruchtbar für Pflanzen wird, die er sonst nicht trägt; und es kann der Unterschied zwischen fruchtbarer Ackerkrume und unfruchtbarem rohen Boden nicht auf einer Ungleichheit in ihrem Gehalte an Nahrungsstoffen beruhen, weil in der Cultur im Großen bei Ueberführung des rohen Bodens in fruchtbare Ackererde der erstere nichts empfängt, sondern durch den Bebau mit anderen Pflanzen eher ärmer gemacht als bereichert wird.

Der Unterschied zwischen dem Untergrund und der Ackerkrume oder dem rohen und cultivirten Boden kann bei gleichem Gehalt an Nahrungsstoffen nur darin begründet sein, daß der cultivirte Boden die Nahrungsstoffe der Gewächse nicht nur in einer gleichförmigeren Mischung, sondern auch in einer andern Form enthält.

Da nun durch die erwähnten Ursachen der rohe Boden das Vermögen empfängt, die in ihm vorhandenen Nahrungsstoffe in eben der Menge und der nämlichen Zeit wie der cultivirte Boden abzugeben, Eigenschaften, die ihm für gewisse Pflanzen früher abgingen, so kann nicht geleugnet werden, daß in der Art und Weise, wie diese Stoffe ursprünglich darin vorhanden waren, eine Aenderung vor sich gegangen ist.

Wenn wir uns eine Erde denken, die aus den Trümmern von Gebirgsarten entstanden ist, so sind in den kleinsten Theilen derselben die Nahrungsstoffe der Pflanzen, das Kali z. B., in einem Silicate, durch die chemische Anziehung der Kieselsäure, der Thonerde u. s. w., festgehalten, welche durch eine mächtigere

Digitized by Google

Anziehung überwunden werden muß, wenn das Kali frei und übergangsfähig in die Pflanze werden soll, und wenn gewisse Pflanzen in einer solchen Erde sich vollständig entwickeln können, während sie für andere unfruchtbar ist, so muß vorausgesetzt werden, daß die ersteren die chemischen Widerstände zu überwinden vermögen, die anderen nicht, und wenn der nämliche Boden nach und nach fruchtbar auch für diese anderen wird, so kann der Grund nur darin gesucht werden, daß durch die vereinigten Wirkungen der Atmosphäre, des Wassers und der Kohlensäure, sowie durch die mechanische Bearbeitung die chemischen Widerstände überwunden und die Nährstoffe in eine Form gebracht worden sind, in der sie übergangsfähig durch die Wirkung schwacher Anziehungen, oder wie man häufig sagt, aufnehmbar durch Pflanzen mit der schwächsten Vegetationskraft werden.

Ein Boden ist nur dann vollkommen fruchtbar für eine Pflanzenart, für Weizen z. B., wenn jeder Theil seines Querschnittes, der mit Pflanzenwurzeln in Berührung ist, die für den Bedarf der Weizenpflanze erforderliche Menge Nahrung in einer Form enthält, welche den Wurzeln gestattet, sie in jeder Periode der Entwickelung der Pflanze in der richtigen Zeit und in richtigem Verhältnisse aufzunehmen.

Die Eigenschaft der Ackerkrume, die den Gewächsen wichtigsten Nahrungsmittel, wenn sie in reinem oder kohlensaurem Wasser gelöst damit in Berührung kommen, diesen Lösungen zu entziehen, ist allgemein bekannt (siehe Liebig, Ueber einige Eigenschaften der Ackerkrume, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 105. 109); dieses Vermögen verbreitet Licht über die Form und Beschaffenheit, in welcher diese Stoffe im Boden enthalten oder gebunden sind.

Um diese Eigenschaft in ihrer Bedeutung für das Pflanzenleben richtig zu würdigen, ist es nothwendig, sich an die Kohle

Digitized by Google

zu erinnern, welche, wie die Ackerkrume, Farbstoffe, Salze und Gase vielen Flüssigkeiten entzieht.

Dieses Vermögen der Kohle beruht auf einer Anziehung, die von ihrer Oberfläche ausgeht, und es haften die der Flüssigkeit entzogenen Stoffe an der Kohle in ganz ähnlicher Weise, wie der Farbstoff an der Faser gefärbter Zeuge, welche damit überzogen ist.

Die Eigenschaft, gefärbte Flüssigkeiten zu entfärben, welche die thierische Wolle und Pflanzenfaser mit der Kohle theilen, wird bei der letzteren nur dann bemerkbar, wenn sie eine gewisse poröse Beschaffenheit besitzt.

Die gepulverte Steinkohle, die glänzende, glatte, blasige Zuckerkohle oder Blutkohle haben kaum eine entfärbende Wirkung, während die poröse Blutkohle oder die feinporige Knochenkohle in dieser Eigenschaft alle anderen übertreffen.

Auch bei der Holzkohle steht die großporige Pappel- oder Fichtenkohle der Buchen- oder Buchsbaumholzkohle nach; alle diese Kohlensorten entfärben im Verhältniß zu ihrer den Farbstoff anziehenden Oberfläche. Die Kraft, mit welcher die Kohle die Farbstoffe anzieht, ist in ihrer Stärke der schwachen Verwandtschaft des Wassers zu den Salzen vergleichbar, die darin gelöst werden, deren chemischer Charakter dadurch nicht verändert wird. In der Lösung eines Salzes im Wasser ist das Salz flüssig, seine Theile sind beweglich geworden, in allem Uebrigen behält es seine Eigenthümlichkeiten, die bekanntlich bei Einwirkung einer stärkeren Verwandtschaft, als die des Wassers, vollkommen vernichtet werden.

In dieser Beziehung ist die Anziehung der Kohle der des Wassers ähnlich; das Wasser und die Kohle ziehen beide den gelösten Stoff an; ist die Anziehung der Kohle um etwas größer als die des Wassers, so wird er demselben vollständig entzogen,

Digitized by Google

ist sie bei beiden gleich, so theilen sie sich hinein und die Entziehung ist nur partiell.

Die von der Kohle angezogenen Stoffe behalten alle ihre chemischen Eigenschaften, sie bleiben was sie sind; sie haben nur ihre Löslichkeit im Wasser verloren, und sehr schwache, die Anziehung des Wassers im geringsten Grade verstärkende Eigenschaften reichen hin, um der Kohle die aufgenommenen ihre Oberfläche überziehenden Stoffe wieder zu entziehen. Durch einen schwachen Zusatz von Alkali zum Wasser kann man der Kohle, die zum Entfärben gedient hat, den Farbstoff, durch Behandlung mit Weingeist das aus einer Flüssigkeit aufgenommene Chinin oder Strychnin entziehen.

In allen diesen Eigenschaften verhält sich die Ackerkrume der Kohle gleich; eine verdünnte, braungefärbte, starkriechende Mistjauche durch Ackererde filtrirt, fließt farb- und geruchlos hindurch, sie verliert aber nicht nur ihren Geruch und ihre Farbe, sondern auch das darin gelöste Ammoniak, das Kali und die Phosphorsäure werden der Flüssigkeit von der Ackererde je nach ihrer Quantität mehr oder weniger vollständig und noch in weit größerem Maße wie von der Kohle entzogen. Das Gestein, aus welchem die Ackerkrume durch Verwitterung entstanden ist, besitzt in fein gepulvertem Zustande dieses Vermögen so wenig wie die gepulverte Steinkohle; ganz im Gegentheil werden manchen Silicaten durch Berührung mit reinem oder kohlensäurehaltigem Wasser Kali, Natron und andere Bestandtheile entzogen, und sie selbst können sie demnach dem Wasser nicht entziehen. Das Absorptionsvermögen der Ackererde für Kali, Ammoniak und Phosphorsäure steht in keinem bemerklichen Zusammenhang mit ihrer Zusammensetzung; eine thonreiche Erde mit wenigen Procenten Kalk besitzt es in gleichem Grade wie ein Kalkboden mit geringen

Beimischungen von Thon; ihr Gehalt an humosen Stoffen ändert das Absorptionsverhältniß.

Die nähere Betrachtung giebt zu erkennen, daß das Absorptionsvermögen der Ackerkrume in eben dem Grade wie ihre Porosität oder Lockerheit abweicht, der dichte schwere Lehm und der am wenigsten poröse Sandboden besitzen sie im geringsten Grade.

Man kann nicht daran zweifeln, daß alle Gemengtheile der Ackererde an diesen Eigenschaften Theil haben, aber nur dann, wenn sie eine gewisse mechanische Beschaffenheit, ähnlich der Holz- oder Thierkohle, besitzen, und daß sie bei der Ackererde wie bei der Kohle auf einer Flächenanziehung beruht, die man darum als eine physikalische Anziehung bezeichnet, weil die angezogenen Theile keine eigentliche chemische Verbindung eingehen, sondern ihre chemischen Eigenschaften behaupten*).

Die Ackerkrume ist aus Gesteinen und Gebirgsarten durch die Wirkung mächtiger mechanischer und chemischer Ursachen entstanden, die ihre Zertrümmerung, Zersetzung und Aufschließung bewirkt haben. Mit einem vielleicht nicht ganz zutreffenden Bilde verglichen, verhält sich das Gestein zu dem Product seiner Verwitterung, der Ackerkrume, wie das Holz oder die Pflanzenfaser zum Humus, der aus ihrer Verwesung entsteht.

Die nämlichen Ursachen, welche das Holz in wenigen Jahren in Humus verwandeln, wirken auch auf die Felsarten ein, aber es gehörte vielleicht ein Jahrtausend der vereinigten

*) Unter physikalischer Anziehung wird hier nicht eine besondere anziehende Kraft, sondern die gewöhnliche chemische Affinität gemeint, die dem Grade nach in ihren Aeußerungen verschieden erscheint.

Digitized by Google

Wirkungen des Waſſers, Sauerſtoffs, der Kohlenſäure dazu, um aus Baſalt, Trachit, Feldſpath, Porphyr eine linienhohe Schicht Ackerkrume, ſo wie man ſie in den Ebenen von Flußthälern und Niederungen abgelagert findet, mit allen den chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenthümlichkeiten zu bilden, die ſie für die Ernährung der Pflanzen geeignet machen; ſo wenig wie die Sägeſpähne die Eigenſchaft des Humus beſitzen, eben ſo wenig kommen den gepulverten Geſteinen die Eigenſchaften der Ackerkrume zu; das Holz kann in Humus, das gepulverte Geſtein in Ackererde übergehen, aber für ſich betrachtet ſind es grundverſchiedene Dinge, und keine menſchliche Kunſt vermag die Wirkungen in den unmeßbaren Zeiträumen nachzuahmen, welche erforderlich waren, um die verſchiedenen Gebirgsarten in fruchtbare Ackererde zu verwandeln.

Die Ackererde, als das Reſidnum der durch Verwitterung veränderten Felsarten, verhält ſich in ihrem Abſorptionsvermögen für unorganiſche gelöſte Stoffe ganz wie das Reſiduum der durch den Einfluß der Hitze veränderten Holzfaſer zu gelöſten organiſchen Stoffen.

Es iſt erwähnt worden, daß die Ackererde aus einer Löſung von kohlenſaurem Kali, Ammoniak, oder von phosphorſaurem Kalk in kohlenſaurem Waſſer das Kali, Ammoniak und die Phosphorſäure entzieht, ohne daß ein Austauſch mit den Beſtandtheilen der Erde ſtatthat. In dieſer Beziehung iſt die Wirkung der Ackererde der der Kohle vollkommen gleich, ſie geht aber noch weiter.

Wenn nämlich das Kali und Ammoniak mit einer Mineralſäure verbunden ſind, welche die ſtärkſte Verwandtſchaft dazu hat, ſo wird ihre Verbindung damit durch die Ackererde zerſetzt, das Kali wird ebenſo abſorbirt, wie wenn die Säure nicht damit verbunden geweſen wäre.

Digitized by Google

In dieser Eigenschaft gleicht die Ackererde der Knochenkohle, welche durch ihren Gehalt an phosphorsauren alkalischen Erden viele Salze zersetzt, die von einer daran freien Kohle nicht verändert werden, und es haben an diesem Zersetzungsvermögen der Ackererde unzweifelhaft die darin stets vorhandenen Kalk- und Magnesiaverbindungen Antheil.

Wir müssen uns denken, daß die anziehende Kraft der Erdtheilchen für sich nicht stark genug wäre, um z. B. das Kali der Salpetersäure zu entziehen, und daß die Anziehung der Bittererde oder des Kalks zur Salpetersäure hinzukommen muß, um den Salpeter zu zersetzen. Von der einen Seite zieht die Erde das Kali, von der andern der Kalk oder die Bittererde in der Erde die Salpetersäure an, und so geschieht durch den Einfluß einer zusammengesetzten Anziehung, wie in unzähligen Fällen in der Chemie, eine Trennung, welche durch eine einfache nicht erfolgen würde.

Nur darin weicht der Vorgang in der Ackererde von den gewöhnlichen chemischen Processen ab, daß bei den letzteren in der Regel kein lösliches Kalisalz durch ein unlösliches Kalksalz in der Art zersetzt wird, daß das Kali unlöslich und der Kalk löslich wird; es ist hierbei offenbar noch eine andere Anziehung thätig, welche die Wirkung der chemischen Verwandtschaft ändert. Wenn eine Lösung von phosphorsaurem Kalk in kohlensaurem Wasser durch einen Trichter voll Erde filtrirt wird, so nimmt zunächst die oberste Schichte der Erde die Phosphorsäure oder den phosphorsauren Kalk aus der Lösung auf; einmal damit gesättigt, hindert sie den Durchgang des gelösten phosphorsauren Kalkes nicht mehr, die Lösung gelangt mit ihrem vollen Gehalt an die darunter liegende Schichte, die sich wieder damit sättigt, und in dieser Weise verbreitet sich der phosphorsaure Kalk nach und nach vollständig in dem Trichter voll Erde, so daß jedes

Digitized by Google

Theilchen derselben gleich viel davon an seiner Oberfläche festhält; wäre der phosphorsaure Kalk krapproth und die Erde farblos, so würde diese das Ansehen eines Krapplacks haben. In ganz gleicher Weise verbreitet sich das Kali in der Erde, wenn man eine Lösung von kohlensaurem Kali durchfiltrirt; die unteren Schichten empfangen, was die oberen nicht zurückhalten.

Es bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung, um zu verstehen, daß der phosphorsaure Kalk in einem Körnchen Knochenmehl sich genau auf dieselbe Weise in der Ackererde verbreitet, mit dem Unterschiede, daß die Lösung des phosphorsauren Kalks in Regenwasser, welches Kohlensäure enthält, sich an dem Orte selbst bildet, wo das Körnchen liegt, und sich von da aus abwärts und nach allen Seiten hin verbreitet.

In ganz gleicher Weise verbreiten sich das Kali und die Kieselsäure, welche durch die Verwitterung oder durch die Wirkung von Wasser und Kohlensäure auf Silicate löslich geworden sind, sowie das Ammoniak, welches durch das Regenwasser zugeführt oder durch die Fäulniß der stickstoffhaltigen Bestandtheile der abgestorbenen Wurzeln der auf dem Felde aufeinanderfolgenden Pflanzenvegetationen gebildet worden ist.

Eine jede Erde muß demnach das Kali, die Kieselsäure und Phosphorsäure in zweierlei Formen, in chemisch und in physikalisch gebundenem Zustande, enthalten, in der einen Form unendlich verbreitet an der Oberfläche der porösen Ackerkrumetheilchen haftend, in der anderen in Form von Körnchen Phosphorit oder Apatit und feldspathigen Gesteinen sehr ungleich vertheilt.

In einer an Silicaten und phosphorsaurem Kalke reichen Erde, welche Jahrtausende lang der lösenden Kraft des Wassers und der Kohlensäure ausgesetzt gewesen ist, werden die Theile derselben überall physikalisch mit Kali, Ammoniak, Kie-

Digitized by Google

felsäure und Phosphorsäure gesättigt sein, und es kann der Fall vorkommen, wie bei der sogenannten russischen Schwarzerde, daß sich im Untergrunde der gelöste aber nicht absorbirte phosphorsaure Kalk in Concretionen oder krystallisirt wieder absetzt.

In diesem Zustande der physikalischen Bindung besitzen die Nahrungsmittel offenbar die für den Pflanzenwuchs allergünstigste Beschaffenheit; denn es ist klar, daß die Wurzeln der Pflanzen an allen Orten, wo sie mit der Erde in Berührung sind, die ihnen nöthigen Nahrungsstoffe in diesem Zustande ebenso vertheilt und vorbereitet vorfinden, wie wenn diese Stoffe im Wasser gelöst wären, aber für sich nicht beweglich und mit einer so geringen Kraft festgehalten, daß die kleinste lösende Ursache, welche hinzukommt, hinreicht, um sie zu lösen und übergangsfähig in die Pflanze zu machen.

Wenn es wahr ist, daß die Wurzeln der Culturpflanzen nicht vermögend sind, durch eine in ihnen wirkende Ursache die Kraft zu überwinden, welche das Kali und die Kieselsäure in den Silicaten festhält, sondern daß nur die physikalisch gebundenen das erforderliche Lösungs- und Ernährungsvermögen besitzen, daß diese nur den Wurzeln zugänglich und aufnehmbar sind, so erklärt sich die Verschiedenheit des cultivirten von dem rohen Boden oder dem unfruchtbaren Untergrund.

Nichts kann sicherer sein, als daß durch die mechanische Bearbeitung des Feldes und durch den Einfluß der Witterung die Ursachen verstärkt werden, welche die Verwitterung und Aufschließung der Mineralien und die gleichmäßige Verbreitung der darin vorhandenen und löslich werdenden Pflanzennahrungsstoffe bedingen. Die chemisch gebundenen treten aus der Verbindung aus und empfangen in dem nach und nach

Digitized by Google

in Ackerkrume übergehenden Boden die Form, in welcher sie für die Pflanze aufnahmsfähig sind. Man versteht, daß der rohe Boden nur allmälig die Eigenschaften der Ackerkrume empfangen kann, und daß die Zeit des Uebergangs im Verhältniß steht zu der Menge der vorhandenen Nahrungsstoffe überhaupt und zu den Hindernissen, die sich ihrer Verbreitung oder der Verwitterung und Aufschließung entgegensetzen. Die perennirenden Gewächse, namentlich die sogenannten Unkräuter, werden, weil sie der Zeit nach weniger brauchen und länger aufnehmen, auf einem solchen Boden zuerst, jedenfalls früher gedeihen als ein Sommergewächs, welches in seiner kürzeren Vegetationszeit weit mehr Nahrungsstoffe für seine volle Entwickelung vorfinden muß.

In eben dem Grade, als der Boden länger bearbeitet und cultivirt wird, wird er immer mehr für die Cultur der Sommergewächse geeignet, weil die Ursachen wiederkehren und fortwirken, durch welche die Pflanzennahrungsstoffe aus dem Zustand der chemischen in den der physikalischen Bindung übergeführt werden. Um im vollsten Sinne ernährungsfähig zu sein, muß der Boden an allen Stellen, die mit den Pflanzenwurzeln in Berührung sich befinden, Nahrung an sie abgeben können, und so wenig auch, der Menge nach, diese Nahrung betragen mag, so nothwendig ist es doch, daß der Boden allerorts dieses Minimum enthält.

Das Ernährungsvermögen des Bodens für die Culturgewächse steht hiernach in geradem Verhältnisse zu der Quantität der Nahrungsstoffe, die er im Zustande der physikalischen Sättigung enthält. Die Menge der anderen, die sich in chemischer Verbindung in der Erde verbreitet vorfinden, besitzt insofern eine hohe Wichtigkeit, als durch sie der Zustand der Sättigung wieder hergestellt

Digitized by Google

werden kann, wenn die physikalisch gebundenen Nährstoffe dem Boden in einer Reihe von Culturen entzogen worden sind.

Durch den Anbau tiefwurzelnder Gewächse, welche die Hauptmasse ihrer Nahrung aus dem Untergrunde empfangen, wird der Erfahrung gemäß die Fruchtbarkeit der Ackerkrume für ein nachfolgendes Halmgewächs nicht merklich vermindert, aber diese können einander nicht folgen, ohne daß der Boden seine Fähigkeit verliert, nach einer verhältnißmäßig kurzen Reihe von Jahren lohnende Ernten zu liefern.

Dieser Zustand der Erschöpfung ist bei der Mehrzahl der Culturfelder nicht dauernd; wenn der Boden ein oder mehrere Jahre brach liegt, und rascher noch, wenn er in der Brachzeit fleißig bearbeitet wird, so empfängt er wieder das Vermögen, eine lohnende Ernte eines Halmgewächses zu liefern.

Wenn der Grund dieses für die Landwirthschaft überaus wichtigen und durch tausendjährige Erfahrung festgestellten Verhaltens, welches die chemische Analyse völlig unerklärt läßt, darauf beruht, daß die Halmpflanze nur von den physikalisch in der Ackerkrume gebundenen Nährstoffen lebt, so ist diese merkwürdige Erscheinung der wiedergewonnenen Ertragsfähigkeit, ohne alle Zufuhr durch Dünger, leicht verständlich. Denn in dieser Form macht zwar diese Nahrung dem Gewicht nach nur einen kleinen Theil der Erde aus, ertheilt aber einem großen Volumen derselben ihr Ernährungsvermögen, und es ist einleuchtend, daß wenn die Pflanze durch ihre unzähligen unterirdischen Auffangungsorgane der Erde diese physikalisch gebundenen Nährstoffe entzogen hat, ein Boden, der nicht sehr reich daran ist, sehr rasch für die Cultur dieser Pflanzen ungeeignet werden muß.

Wenn nun der cultivirte Boden seiner Hauptmasse nach aus Gemengtheilen besteht, welche identisch mit den Bestand-

Digitized by Google

theilen des rohen Bodens sind, so versteht man, da die Ursachen unaufhörlich fortwirken, welche diese Gemengtheile zersetzen und einen Ortswechsel ihrer den Pflanzen dienlichen Bestandtheile bedingen, wie durch den Einfluß dieser Ursachen der erschöpfte Boden, der in diesem Falle nichts anderes ist, als der wieder in den rohen Zustand zurückgeführte Boden, die verlorenen Eigenschaften wieder erlangen muß. Indem ein Theil der chemisch gebundenen Nährstoffe in den Zustand der physikalischen Bindung übergeht, erlangt das Feld wieder das Vermögen, Nahrung an eine neue Vegetation in solcher Menge abzugeben, daß die Erträge im landwirthschaftlichen Sinne wieder lohnend werden.

Ein erschöpftes Feld, welches durch die Brache wieder ertragsfähig wird, ist demnach ein solches, in welchem es an der Menge der zu einer vollen Ernte nöthigen Nährstoffe in physikalisch-gebundenem Zustande fehlt, während es einen Ueberschuß von chemisch gebundenen Nährstoffen enthält; Brachzeit heißt hiernach die Zeit, in welcher die Umlegung oder der Uebergang der Nährstoffe aus dem einen in den andern Zustand statt hat; nicht die Summe der Nährstoffe wird in der Brache vermehrt, sondern die Anzahl der ernährungsfähigen Theile derselben.

Was hier für alle mineralischen Nährstoffe ohne Unterschied gesagt ist, gilt natürlich für jeden einzelnen Bestandtheil des Bodens, den die Pflanze bedarf; die Erschöpfung des Feldes kann in vielen Fällen darauf beruhen, daß es für die darauf folgende Halmfrucht an aufnehmbarer Kieselsäure gefehlt hat, während an den anderen Nährstoffen ein Ueberfluß vorhanden war.

Es liegt in der Natur des Vorgangs, daß, wenn es im Boden an verwitterbaren Silicaten oder lösbaren phosphor-

Digitized by Google

sauren Erden überhaupt fehlt, die Zeit, Bearbeitung und Witterung ohne allen Einfluß auf das Wiederfruchtbarwerden in der Brache sein muß, und daß die Wirkung der Verwitterungsursachen, der Zeit nach, eben so sehr wie die Zusammensetzung und der Gehalt der verschiedenen Bodensorten wechselt.

Nach dem Vorhergegangenen erscheint als eins der wichtigsten Erfordernisse des Landwirths, die Ursachen sowohl wie die Mittel zu kennen, durch welche die in seinem Felde vorhandenen nutzbaren, aber nicht ernährungsfähigen Nährstoffe verbreitbar und wirkungsfähig gemacht werden.

Die Gegenwart von Feuchtigkeit, ein gewisser Wärmegrad und der Zutritt der Luft sind die nächsten Bedingungen der Veränderungen, in deren Folge die chemisch gebundenen Nahrungsstoffe im Boden aufnehmbar durch die Wurzeln werden. Eine gewisse Wassermenge ist für den Ortswechsel der löslich gewordenen Bodenbestandtheile nothwendig; das Wasser unter Mitwirkung der Kohlensäure zersetzt die Silicate, und macht die unlöslichen Phosphate löslich und im Boden verbreitbar.

Die im Boden verwesenden organischen Ueberreste stellen schwache, aber lange dauernde Quellen von Kohlensäure dar; ohne Feuchtigkeit findet aber der Verwesungsproceß nicht statt; stehendes Wasser, welches den Luftzutritt abschließt, hindert die Kohlensäurebildung; durch den Verwesungsproceß selbst wird Wärme erzeugt, durch welche die Temperatur des Bodens merklich erhöht wird.

Durch die Mitwirkung verwesbarer Pflanzen- und Thierüberreste empfängt ein durch die Cultur erschöpftes Feld in kürzerer Zeit seine verlorene Ertragsfähigkeit wieder, und es wirkt eine Düngung mit Stallmist während der Brache günstig darauf ein. Eine dichte Beschattung des Bodens durch eine blattreiche Pflanze, indem unter der Pflanzendecke die

Digitized by Google

Feuchtigkeit sich länger in der Erde erhält, verstärkt die Wirkung der Verwitterungsursachen in der Brache.

In einem porösen, an Kalk reichem Boden geht der Verwesungsproceß organischer Materien rascher von Statten, als in einem thonreichen; die Gegenwart der alkalischen Erde bewirkt unter diesen Umständen, daß das im Boden vorhandene Ammoniak neben den kohlenstoffreichen Stoffen sich ebenfalls oxydirt und in Salpetersäure übergeführt wird.

Alle Kalkbodensorten geben beim Auslaugen salpetersaure Salze an das Wasser ab. Die Salpetersäure wird von der porösen Erde nicht wie das Ammoniak zurückgehalten, sondern mit Kalk oder Bittererde verbunden durch den Regen in die Tiefe geführt. Während die in der Erde sich einstellende Salpetersäurebildung nützlich ist für Gewächse, welche, wie Klee und Erbsen, ihre Nahrung, wozu hier der Stickstoff zu rechnen ist, aus einer größeren Tiefe empfangen, wirkt aus eben diesem Grunde die Brache auf einen Kalkboden, welcher reich an organischen Ueberresten ist, minder günstig auf Halmgewächse, indem durch den Uebergang des Ammoniaks in Salpetersäure und ihre Hinwegführung der Boden an einem der wichtigsten Pflanzennahrungsmittel ärmer wird. Der Fall ist denkbar, daß ein solches Feld, wenn es jahrelang nicht cultivirt wird, zuletzt durch den Mangel an Stickstoffnahrung im Boden an seiner Ertragfähigkeit verliert.

Der Grund der Erschöpfung eines Feldes durch die Cultur irgend einer Pflanze beruht stets und unter allen Umständen auf dem Mangel an einem einzelnen oder an mehreren Nahrungsmitteln in den Theilen des Bodens, die mit den Wurzeln derselben in Berührung kommen. Das Feld wird für das gedeihliche Wachsthum einer nachfolgenden Frucht ungeeignet sein, wenn es an diesen Stellen an Phosphorsäure

Digitized by Google

im Zustande der physikalischen Bindung fehlt, ein Ueberfluß von Kali und Kieselsäure in eben diesem Zustande wird dadurch wirkungslos; denselben Einfluß wird ein Mangel an Kali bei einem Ueberschuß von Phosphorsäure und Kieselsäure, oder ein Mangel an Kieselsäure, Kalk, Bittererde oder Eisen bei einem Ueberfluß von Kali und Phosphorsäure haben.

Für solche Felder, deren Erschöpfung nicht auf einem absoluten Mangel beruht, welche alle nothwendigen Nahrungsmittel weit hinaus in genügender Menge, aber nicht in der richtigen Form enthalten, welche also durch die Brache wieder lohnende Ernten gegeben haben würden, besitzt der Landwirth Mittel, die Wirkungen der natürlichen Ursachen zu verstärken, welche den Uebergang in den Zustand der physikalischen Bindung derselben bedingen, und die Brachzeit zu verkürzen, so zwar, daß sie in vielen Fällen überflüssig gemacht wird.

In Beziehung auf die phosphorsauren Erdsalze ist bereits erwähnt worden, daß deren Verbreitung in der Erde ausschließlich durch das Wasser bewirkt wird, welches, wenn es eine gewisse Menge Kohlensäure enthält, die genannten Erdsalze auflöst.

Es giebt nun eine Anzahl von Salzen, wozu Kochsalz, Chilisalpeter und Ammoniaksalze gehören, von denen man die Erfahrung gemacht hat, daß sie unter gewissen Umständen eine günstige Wirkung auf die Erträge äußern.

Die Salze besitzen merkwürdigerweise, wie die Kohlensäure, auch in ihren verdünntesten Lösungen das Vermögen, phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde aufzulösen, und verhalten sich, wenn man solche Lösungen durch Ackererde filtriren läßt, ganz wie die genannten Phosphate in kohlensaurem Wasser. Die Erde entzieht diesen Salzlösungen die aufgelöste phosphorsaure Erde und verbindet sich damit.

Digitized by Google

Gegen Ackererde, der man einen Ueberschuß von phosphorsauren Erden beigemischt hat, verhalten sich diese Salzlösungen wie gegen die ungemischte phosphorsaure Erde, d. h. sie lösen eine gewisse Menge dieser Phosphate auf.

Das salpetersaure Natron und Kochsalz erleiden durch die Ackererde eine ähnliche Zersetzung wie die Kalisalze: es wird Natron von der Erde absorbirt, an dessen Stelle Kalk oder Bittererde in Verbindung mit der Säure in die Lösung tritt.

Bei der Vergleichung der Wirkung der Ackererde auf Kali- und Natronsalze zeigt sich, daß die Erde für das Natron eine weit geringere Anziehung besitzt wie für Kali, so daß ein Volumen Erde, welches einer Kalilösung alles Kali entzieht, in einer Lösung von Chlornatrium oder salpetersaurem Natron von gleichem Alkaligehalt $^3/_4$ des gelösten Kochsalzes und die Hälfte des Chilisalpeters unzersetzt in der Flüssigkeit zurückläßt.

Wenn demnach ein durch die Cultur erschöpftes Feld, welches an einzelnen Orten zerstreut, phosphorsaure Erdsalze enthält, mit salpetersaurem Natron oder Kochsalz gedüngt wird, und sich durch das Regenwasser eine verdünnte Lösung dieser Salze gebildet hat, so bleibt ein Ueberschuß derselben in unzersetztem Zustande im Boden und dieser muß jetzt im feuchten Erdreich eine an sich schwache, aber in der Dauer merkliche Wirkung ausüben.

Aehnlich wie die durch Verwesung von Pflanzen- und Thierüberresten entstehende und im Wasser sich lösende Kohlensäure müssen diese Salzlösungen sich mit phosphorsauren Erdsalzen an allen den Stellen, wo diese sich vorfinden, beladen, und wenn diese Phosphate, in der Flüssigkeit verbreitet, mit Theilchen der Ackererde in Berührung kommen, welche nicht damit gesättigt sind, so entziehen diese die Phosphate der Lösung und das darin bleibende salpetersaure Natron oder Kochsalz be-

Digitized by Google

hält zum zweiten oder fortgesetzten Male das Vermögen, die nämliche auflösende und verbreitende Wirkung auf Phosphate auszuüben, die nicht durch eine physikalische Anziehung bereits im Boden gebunden sind, bis sie zuletzt durch das Regenwasser tieferen Erdschichten zugeführt oder gänzlich zersetzt sind.

Von dem Kochsalz ist bekannt, daß es im Blut aller Thiere enthalten ist und in den Processen der Resorption und Absonderung eine Rolle spielt, und darum als nothwendig für diese Functionen angesehen wird, und wir finden in der Natur die Einrichtung getroffen, daß die Futterkräuter, Knollen- und Wurzelgewächse, welche vor anderen zur Nahrung der Thiere dienen, das Vermögen, Kochsalz aus dem Boden aufzunehmen, in höherem Grade als andere Gewächse besitzen, und die landwirthschaftlichen Erfahrungen zeigen, daß ein schwacher Kochsalzgehalt im Boden dem üppigen Wachsthum dieser Pflanzen günstig ist.

Von der Salpetersäure nimmt man allgemein an, daß sie gleich dem Ammoniak in dem Pflanzenleibe verwendet werden könne, und es kommen demnach dem Kochsalz und den salpetersauren Salzen zweierlei Wirkungen zu, eine directe, wenn sie als Nahrungsmittel für die Pflanze dienen, und eine indirecte, insofern sie die Phosphate für die Ernährung geschickt machen.

Die Ammoniaksalze verhalten sich gegen die phosphorsauren Erden ähnlich wie die genannten Salze, mit dem Unterschiede, daß ihr Lösungsvermögen für die Phosphate weit größer ist; bei gleichen Mengen Salz nimmt eine Lösung von schwefelsaurem Ammoniak doppelt so viel Knochenerde auf, als eine Kochsalzlösung.

In Beziehung auf die Phosphate im Innern des Bodens kann aber die Wirkung der Ammoniaksalze kaum stärker sein, wie die von Kochsalz oder Chilisalpeter, weil die Ammoniaksalze weit rascher, oft augenblicklich von der Erde zersetzt werden, so

Digitized by Google

daß von einer Lösung eines solchen Salzes, die sich im Boden bewegt, in der Regel nicht die Rede sein kann; da aber immer ein gewisses, wenn auch kleines Volumen Erde nöthig ist, um eine gegebene Quantität Ammoniaksalz zu zersetzen, so muß die Wirkung des Ammoniaksalzes auf dieses kleine Volumen um so mächtiger sein; während also ihre Wirkung in gewissen Tiefen der Ackerkrume kaum bemerklich ist, ist die, welche sie auf die obersten Schichten derselben ausüben, um so stärker; nach den Beobachtungen von Feichtinger zersetzen die Lösungen der Ammoniaksalze viele Silicate, selbst den Feldspath, und nehmen aus dem letzteren Kali auf; bei ihrer Berührung mit der Ackerkrume bereichern sie nicht nur diese an Ammoniak, sondern sie bringen auch in den kleinsten Theilchen derselben einen eingreifenden Ortswechsel der den Pflanzen dienlichen Bestandtheile zu Wege.

Auf die Verbreitung der Kieselsäure im Boden scheinen die darin vorhandenen Pflanzen- und Thierüberreste einen bemerkenswerthen Einfluß auszuüben, die hierüber angestellten Versuche zeigen, daß das Absorptionsvermögen einer Ackerkrume für Kieselsäure im umgekehrten Verhältnisse zu ihrem Gehalt an organischen Ueberresten steht, so zwar, daß eine Erde, die reich an letzteren ist, wenn sie mit einer Auflösung von kieselsaurem Kali zusammengebracht wird, eine gewisse Quantität Kieselsäure darin zurückläßt, die von einem gleichen Volumen einer anderen, an organischen Stoffen armen Erde vollständig daraus aufgenommen wird. Durch die Einverleibung von vermodernden Pflanzen- und Thierüberresten wird demnach in einem Boden, welcher verwitterbare Silicate enthält, zunächst durch die in ihrer Verwesung entstehende Kohlensäure die Zersetzung der Silicate beschleunigt, und da eben diese Stoffe das Absorptionsvermögen des Bodens für Kieselsäure vermindern, so muß diese, wenn sie in Lösung übergegangen ist, in einem weiteren Umkreise in der Erde ver-

Digitized by Google

breitet werden, als sie sich bei Abwesenheit dieser Stoffe im Boden verbreitet haben würde.

Auf manchen thonarmen Feldern wirkt eine mehrjährige Berasung in Folge der im Boden sich ansammelnden organischen Stoffe, durch welche die Verbreitung der Kieselsäure befördert wird, günstiger auf eine nachfolgende Halmfrucht ein, und auf anderen, namentlich kalkreichen Feldern, denen es nicht an Kieselsäure im Ganzen, wohl aber in den einzelnen Theilen oder an ihrer Verbreitung fehlt, hat eine Ueberführung mit Torfklein häufig für eine nachfolgende Halmfrucht eine eben so günstige Wirkung, als eine starke Düngung mit Stallmist, dessen organische oder verwesbare Bestandtheile, ganz abgesehen von dem kieselsauren Kali im Stroh, auf die Verbreitung der Kieselsäure des Bodens stets in Wirksamkeit treten.

Der Mangel oder Ueberfluß an löslicher Kieselsäure im Boden ist dem Gedeihen der Halmgewächse gleich nachtheilig. Ein Boden, welcher der Entwickelung des kieselreichen Schachtelhalms und Schilfs (arundo phragmites) günstig ist, ist darum nicht gleich geeignet für die besseren Wiesengräser oder für die Kornpflanzen, obwohl für diese eine reichliche Zufuhr von Kieselsäure eine Bedingung ihres Gedeihens ist. Durch Entwässerung eines solchen Feldes, welche bewirkt, daß durch den Eintritt der Luft die im Boden im Uebermaß vorhandenen organischen Stoffe in Verwesung übergehen und zerstört werden, oder durch Zufuhr von Mergel oder zu Pulver gelöschten oder an feuchter Luft zerfallenen gebrannten Kalk verbessert der Landwirth in vielen Fällen ein solches Feld.

Das Kieselsäurehydrat verliert beim einfachen Austrocknen seine Löslichkeit im Wasser, und es kommt häufig vor, daß das Trockenlegen eines versumpften Feldes bewirkt, daß die Kieselpflanzen (Schilf und Schachtelhalm) darauf verschwinden. Die

Digitized by Google

Wirkung von Kalkhydrat, oder gelöschtem und an der Luft zerfallenem Kalk auf den Boden ist von zweierlei Art. Auf einem an humosen Bestandtheilen reichen Boden verbindet sich der Kalk zunächst mit den darin vorhandenen organischen Verbindungen, welche eine saure Reaction besitzen; er neutralisirt die Säure des Bodens und es verschwinden von diesem Augenblick viele in einem solchen sauren Boden gedeihende Unkräuter, die Torfmoose (sphagnum) und Riedgräser; während die einfache Berührung mit Säuren die Oxydation der Metalle (Kupfer, Blei, Eisen) in hohem Grade steigert und die Berührung mit einem Alkali dieselbe hindert (Eisen mit verdünnter kohlensaurer Natronlösung überstrichen rostet nicht), wirken Säuren und Alkalien auf organische Stoffe in umgekehrter Weise ein, die Säuren verhindern, die Alkalien befördern die Oxydation oder Verwesung; bei überschüssigem Kalk tritt die oben erwähnte Zerstörung der humosen Bestandtheile ein.

In eben dem Grade, als durch den Kalk der saure Humus in der Erde verschwindet, vermehrt sich das Absorptionsvermögen derselben für Kieselsäurehydrat, das im Ueberfluß vorhandene verliert seine Beweglichkeit im Boden*).

Der Kalk hat, wie man sieht, eine so zusammengesetzte Wirkung, daß man von dem günstigen Einfluß, den er auf ein Feld hat, beinahe niemals auf seine Wirkung auf ein anderes von unbekannter Beschaffenheit schließen kann; dies ist nur möglich,

*) Ein besonders zu diesem Zwecke angestellter Versuch lehrte, daß ein Liter Walderde, welche 30 Procent humose Bestandtheile enthielt, aus einer Lösung von Wasserglas (kieselsaurem Kali) nur 15 Milligramme Kieselsäure, die nämliche Erde mit 10 Procent geschlämmter Kreide (kohlensaurem Kalk) vermischt 1140 Milligramme Kieselsäure absorbirte; wurde anstatt des kohlensauren Kalkes gelöschter Kalk zugesetzt, so stieg ihr Absorptionsvermögen in dem Grade, daß ein Liter jetzt 3169 Milligramme Kieselsäure absorbirte.

Digitized by Google

wenn man sich die Ursache derselben in dem ersten Falle klar gemacht hat.

Auf einem Felde, dessen Beschaffenheit der Kalk einfach dadurch verbessert hat, daß die saure Beschaffenheit des Bodens dadurch beseitigt und der schädliche Ueberschuß an vegetabilischen Ueberresten zerstört worden ist, wird der Landwirth durch die Anwendung des Kalkes in darauf folgenden Jahren vergeblich eine Wirkung erwarten, wenn die Ursachen nicht wiederkehren, welche dem Felde die ursprünglich ungeeignete Beschaffenheit gegeben haben.

In einem Boden, in welchem sich faulende und verwesende Stoffe befinden, gedeiht mit Ausnahme der Pilze keine einzige Pflanze, und es scheint, daß ein jeder chemische Proceß in der Nähe der Wurzeln den ihnen eigenen stört; selbst verwesende Materien im Uebermaß schaden durch allzureichliche Kohlensäurebildung solchen Pflanzen, die in humosem Boden von mäßigem Gehalt an Humus vorzüglich gedeihen*).

Auf die tiefwurzelnden Gewächse, die Rüben, den Klee, die Esparsette, die Erbsen und Bohnen wirken organische Materien, wenn sie sich im Untergrunde in bemerklicher Menge anhäufen,

---

*) In einen Topf mit gewaschener Erde vom Vesuv säete Gasparini einige Körner Spelz, welche Pflanzen erzeugten, die fortfuhren, in gesundem Zustande zu wachsen. In einen andern Topf von derselben Erde brachte er ein Stück Brod; in diesem starben alle Wurzeln in der nächsten Nähe des vermodernden Brodes ab, und die anderen schienen sich umgebogen und den Seiten des Topfes zugewendet zu haben; Spelz würde offenbar nicht wachsen in einem reichlich mit Brod gemischten Boden, und wenn die verwesenden Wurzeln, welche eine Spelzernte hinterläßt, dieselbe Wirkung haben, so läßt sich verstehen, wie die verwesenden Rückstände, die eine Pflanze im Boden läßt, wenn diese nicht vorher zerstört worden sind, ihrem eigenen Wachsthum oder dem einer anderen schädlich sein können (Russell).

Digitized by Google

besonders feindlich, namentlich im Thonboden, in welchem sie weit langsamer verwesen als im Kalkboden; der Vermoderungsproceß pflanzt sich auf die krankwerdenden Wurzeln fort, in denen die Sporen von Pilzen den geeigneten Boden für ihre Entwickelung finden. Wenn die Turnipsrübe diesem Zustande verfällt, so wird sie die Beute gewisser Insekten, die ihre Eier in die Wurzeln legen, deren Entwickelungsproceß jetzt eine auffallende Aenderung und Störung des vegetativen Processes hervorbringt; an den angestochenen Stellen entsteht ein schwammartiger Wulst, dessen innere Masse weich und übelriechend wird und in diesem Zustande zur Ernährung der Larve der kleinen Fliege dient.

Alle diese Vorgänge, so wenig klar sie an sich sind, werden in einem solchen Felde durch Kalken aufgehoben; man erreicht immer seinen Zweck durch gehörige Düngung mit Kalk. Felder, welche besonders reich an organischen Ueberresten sind, bedürfen einer verhältnißmäßig weit größeren Zufuhr von Kalk als andere, um in den für die Pflanzen gesunden Zustand übergeführt zu werden.

Es ist sicher, daß der Kalk in den obenbezeichneten Fällen nicht darum wirkt, weil es dem Boden an Kalk für die Pflanzen gefehlt hat, denn bei seiner raschen Verbreitbarkeit im Boden müßte sich in diesem Fall seine Wirkung sehr bald und schon im ersten Jahre zeigen, aber es dauert mehrere Jahre, ehe die für die Pflanze günstige Beschaffenheit des Bodens hervorgebracht ist, zum Beweise, daß der Kalk nicht als Kalk, sondern deshalb wirkt, weil er eine Aenderung in dem Boden hervorbringt, welche Zeit, d. h. eine Aufeinanderfolge von Actionen erfordert.

Auf einem trocken gelegten Sumpfboden, in welchem der Kalk das Uebermaß von Kieselsäurehydrat vermindert hat, bringt er zum zweiten Male nicht dieselbe Wirkung hervor, weil

Digitized by Google

die Schädlichkeiten, einmal entfernt, sich nicht wieder erneuern, während ein günstiger Erfolg von seiner Anwendung auf dichtem, zähem Thon- oder Lettboden häufig wiederkehrt; diese Bodenarten werden mürber und an assimilirbarem Kali reicher (siehe Seite 188 bis 189 u. f.). Das Wesen der vorgegangenen Veränderung sieht man am augenfälligsten an dem hydraulischen Kalk, der aus natürlichen Cementsteinen (einem harten Mergel) durch Brennen erhalten wird. Diese Cementsteine bestehen aus einem Gemenge von Kalk und Thon, den ersteren übrigens in größerem Verhältniß als im kalkhaltigen Thonboden. Nach dem Brennen mit vielem Wasser angerührt, nimmt dieses durch das ausgeschiedene Kali ganz die Beschaffenheit einer schwachen Lauge an; der Thon, welcher sich vor dem Brennen mit Kalk nicht in Säuren löst, wird nach dem Brennen mit seinem ganzen Kieselsäuregehalt löslich in Säuren.

Der gebrannte, kalkhaltige Thonboden nimmt einer Lösung von kieselsaurem Kali viel weniger Kali wie vor dem Brennen, aber eine weit größere Menge Kieselsäure auf *).

Außer den bezeichneten chemischen Hülfsmitteln, welche dem Landwirth zu Gebote stehen, um die in seinem Felde vorräthigen Pflanzennahrungsstoffe, die phosphorsauren Erdsalze, das Kali und die Kieselsäure verbreitbar und den Pflanzenwurzeln zugängig zu machen, verbessert er sein Feld durch die mechanische Bearbeitung und durch Entfernung aller, der Verbreitung der Wurzeln entgegenstehenden Hindernisse, sowie

*) Bogenhauser Lehmboden wurde an der Luft geglüht und mit einer Kaliwasserglaslösung in Berührung gebracht; vor dem Brennen absorbirte ein Liter dieser Erde 1148 Milligramme Kali und 2007 Milligramme Kieselsäure, nach dem Brennen hingegen kein Kali und 3230 Milligramme Kieselsäure.

Digitized by Google

der Schädlichkeiten im Boden, die ihre normale Thätigkeit oder ihren gesunden Zustand gefährden.

Der Einfluß der Bearbeitung des Bodens durch Pflug, Spaten, Hacke, durch die Egge und Walze beruht auf dem Gesetz, daß die Wurzeln der Pflanzen der Nahrung nachgehen, daß die Nahrungsstoffe für sich nicht beweglich sind und den Ort, wo sie sich befinden, nicht von selbst verlassen; die Wurzel geht der Nahrung nach, wie wenn sie Augen hätte, sie biegt sich und streckt sich und die Anzahl, Stärke und Richtungen ihrer Fasern zeigen genau die Orte an, von denen sie Nahrung empfangen hat*).

Die junge Wurzel erzwingt sich einen Durchgang nicht gleich einem Nagel, der mit einer gewissen Kraft in ein Brett eingetrieben wird, sondern durch die Uebereinanderlagerung von Schichten, die von Innen nach Außen die Masse derselben vergrößern.

Die neue Substanz, welche die Wurzelspitze vergrößert, ist mit der Erde in directer Berührung. Je jünger die Zellen sind, die sich daraus bilden, desto dünner ist ihre Wand, die Zellenwände der älteren verdicken sich und ihre äußere mehr holzig gewordene Oberfläche überzieht sich bei vielen mit einer Schicht von Korksubstanz, welche undurchdringlich für Wasser

*) Man findet zuweilen Knochenstücke, welche vollkommen eingeschlossen durch ein Gewebe von Turnipswurzeln sind. Es ist schwer zu begreifen, wie dies statthaben kann, wenn nicht durch eine Anziehung zwischen den Spongiolen und der Substanz der Knochen. Die Zellen oder der Zelleninhalt ist unaufhörlich angezogen von einer frischen Oberfläche einer Substanz, zu welcher der Zelleninhalt selbst eine chemische Anziehung hat.

Dies bedingt die Richtung der Verlängerung oder das Winden der Wurzeln um das Knochenstück herum, sie bilden einen Wurzelball, nicht gerollt von Außen, sondern von Innen, durch die neuen Zellen, die sich unaufhörlich bei Berührung mit einer Substanz bilden, für welche sie eine chemische Anziehung besitzen (Russell).

Digitized by Google

den innerhalb abgelagerten löslichen Materien einen gewissen Schutz gegen osmotische Einwirkungen gewährt.

Die Aufnahme der Nahrung aus dem Boden wird durch die Wurzelspitze vermittelt, deren flüssiger Inhalt von den Erdtheilen nur durch eine unendlich dünne Membran getrennt ist, und es ist die Berührung beider um so innniger, da die Wurzelfaser bei ihrer Bildung selbst, einen Druck auf die Erdtheile ausübt, groß genug, um diese unter Umständen auf die Seite zu schieben; durch die Verdunstung von Wasser von den Blättern aus entsteht im Innern der Pflanze ein leerer Raum, und in Folge dessen ein Zug, welcher die Berührung der feuchten Erdtheilchen mit der Zellenwand mächtig unterstützt. Die Zelle und die Erde werden beide aneinandergepreßt. Zwischen dem flüssigen Zelleninhalt und den in den Erdtheilen im Zustande der physikalischen Bindung vorhandenen Nahrungsstoffen besteht offenbar eine starke chemische Anziehung, welche unter der Mitwirkung der Kohlensäure und des Wassers den Uebergang der unverbrennlichen Nahrungsstoffe bewirkt.

Unter einer starken chemischen Anziehung eines Körpers versteht man sein Eingehen in eine chemische Verbindung, in welcher er die Eigenschaften, die er besaß, verliert, um neue anzunehmen. Für das Kali, den Kalk, die Phosphorsäure muß sogleich beim Uebergang in die Zelle eine solche Verbindung statthaben, denn, wie früher schon bemerkt, ist der Saft der Wurzeln immer schwach sauer; man kann in dem Safte der Wurzeltriebe der Rebe saures weinsaures Kali, in anderen oxalsaures oder citronsaures Kali, weinsauren Kalk, aber niemals diese Basen mit Kohlensäure verbunden und eben so wenig phosphorsauren Kalk oder Bittererde nachweisen; der frische Saft der Kartoffelknollen giebt mit Ammoniak versetzt keinen Niederschlag von phosphorsaurem Bittererdeammoniak,

Digitized by Google

der sich aber, wenn durch die Gährung desselben die (stickstoffhaltige) Substanz, mit welcher die phosphorsaure Bittererde verbunden ist, zerstört ist, sogleich bildet.

Die sorgfältige Mischung und Verbreitung der im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe sind die wichtigsten Bedingungen, um sie wirksam zu machen.

Ein Knochenstück von einem Loth in einem Kubikfuß Erde ist ohne irgend einen bemerklichen Einfluß auf die Fruchtbarkeit dieser Erde, während es in physikalischer Bindung gleichförmig in allen, auch den kleinsten Theilchen derselben verbreitet, ein Maximum von Wirksamkeit gewinnt.

Der Einfluß der mechanischen Bearbeitung des Bodens auf dessen Fruchtbarkeit, so unvollkommen auch die Mischung der Erdtheile ist, welche dadurch hervorgebracht wird, ist augenfällig und gränzt in manchen Fällen an das Wunderbare. So macht der Spaten, welcher das Erdreich bricht, wendet und mischt, das Feld weit fruchtbarer als der Pflug, der die Erde bricht, wendet und verschiebt, ohne zu mischen. Die Wirkung beider wird verstärkt durch die Egge und Walze, sie machen, daß an den nämlichen Orten, wo im vorhergehenden Jahre eine Pflanze sich entwickelt hat, eine darauf folgende Pflanze wieder Nahrungstheile, d. h. eine noch nicht erschöpfte Erde vorfindet.

Die Wirkung der chemischen Mittel auf die Verbreitung der Pflanzennahrungsstoffe ist noch mächtiger wie die der mechanischen; durch die Anwendung des Chilisalpeters, der Ammoniaksalze, des Kochsalzes in richtiger Menge bereichert der Landwirth nicht nur sein Feld mit Materien, die in der Pflanze selbst an dem Ernährungsproceß theilzunehmen vermögen, sondern er bewirkt auch eine Verbreitung des Ammoniaks und

Digitized by Google

Kalis und er ersetzt und unterstützt damit die mechanische Arbeit des Pfluges und die Wirkung der Atmosphäre in der Brache.

Wir sind gewöhnt alle Stoffe als Düngstoffe zu bezeichnen, welche, auf das Feld gebracht, dessen Erträge an Pflanzenmasse steigern, allein diese Wirkung hat auch der Pflug; es ist klar, daß die einfache Thatsache des günstigen Einflusses des Kochsalzes, Chilisalpeters, der Ammoniaksalze, des Kalks und der organischen Materien noch kein Beweis für die Meinung ist, daß sie als Nahrungsstoffe gewirkt haben; wir vergleichen die Arbeit, welche der Pflug verrichtet, mit dem Zerkleinern der Speisen, wofür die Natur den Thieren eigene Werkzeuge gegeben hat, und nichts kann sicherer sein, als daß die mechanische Bearbeitung das Feld nicht an Pflanzennahrungsstoffen bereichert, sondern daß sie dadurch nützlich wirkt, weil sie die vorhandene Nahrung zur Ernährung einer künftigen Ernte vorbereitet. Mit eben der Sicherheit wissen wir, daß dem Kochsalz, dem Chilisalpeter, den Ammoniaksalzen, dem Humus und Kalk neben den Wirkungen, die ihren Elementen zukommen, eine besondere dem verdauenden Magen zu vergleichende Rolle zukommt, in welcher sie sich theilweise vertreten können; diese Stoffe wirken darum nur auf Bodenarten günstig ein, in welchen es nicht an der Menge, sondern an der richtigen Form und Beschaffenheit der Nahrungsstoffe fehlt, und sie können deshalb in ihrer dauernden Wirkung durch eine sehr weit getriebene mechanische Zertheilung oder Pulverisirung vertreten werden.

Darin liegt die wahre Kunst des Landwirths, daß er die Mittel richtig beurtheilt, welche zur Anwendung kommen müssen, um die Nahrungselemente seiner Felder wirksam zu machen, und daß er sie zu unterscheiden weiß von anderen, durch welche er seine Felder dauernd fruchtbar erhält. Er

Digitized by Google

muß die größte Sorgfalt darauf verwenden, daß die physikalische Beschaffenheit seines Bodens auch den feinsten Wurzeln gestattet, an die Orte zu gelangen, wo sich die Nahrung befindet. Der Boden darf durch seinen Zusammenhang ihre Ausbreitung nicht hindern.

In einem zähen und schweren Boden gedeihen Pflanzen mit feinen dünnen Wurzeln nur unvollkommen, auch wenn er reich an ihren Nahrungsstoffen ist, und der nützliche Einfluß der Gründüngung, des frischen Stallmistes ist in dieser Beziehung unverkennbar. Die mechanische Beschaffenheit des Feldes wird in der That durch das Unterpflügen von Pflanzen und Pflanzentheilen auf eine bemerkenswerthe Weise verändert; ein zäher Boden verliert hierdurch seinen Zusammenhang, er wird mürbe und leicht zerdrückbar, mehr wie durch das fleißigste Pflügen. In einem Sandboden wird dadurch eine gewisse Bindung hergestellt. Jedes Hälmchen und Blättchen der untergepflügten Gründüngungspflanze öffnet, indem es verwest, den feinen Wurzeln der Getreidepflanzen eine Thür und einen Weg, durch welchen sie sich nach vielerlei Richtungen im Boden verbreiten und ihre Nahrung holen können. Auch hier muß man stets im Auge behalten, daß nur ein gewisses Maß die beabsichtigte Wirkung nach sich zieht; für manche Felder genügen schon die Wurzelrückstände einer schön stehenden Grünfutterernte, um das bessere Gedeihen einer nachfolgenden Halmfrucht zu befördern, und es kann ein Feld, von dem man die Lupinen abgeerntet, möglicherweise eine ebenso gute nachfolgende Halmfrucht liefern, als ein gleich großer Fleck Feld, auf welchem man die Lupinenpflanzen untergepflügt hat.

Alle diese Erscheinungen weisen darauf hin, wie wichtig die mechanischen Bedingungen sind, welche einem Boden, der an sich nicht arm an den Nahrungsmitteln der Pflanzen ist,

Digitized by Google

seine Ertragsfähigkeit verleihen und wie ein im Verhältniß ärmerer, aber wohl cultivirter Boden bessere Ernten liefern kann, als ein reicher, wenn die physikalische Beschaffenheit der Wurzelthätigkeit und Entwickelung günstiger ist. In gleicher Weise wird häufig durch eine Hackfrucht das Feld für eine nachfolgende Halmfrucht geeigneter gemacht, und nach einer Grünfutterpflanze fällt oft die nachfolgende Winterfrucht um so besser aus, je reicher die vorangegangene Grünfutterernte, d. h. ihre Wurzelrückstände, war.

Gleich nützlich wirken auf eine nachfolgende Winterfrucht Klee und Rüben ein, die mit ihren langen und starken Wurzeln den Untergrund für die Weizenwurzeln auflockern und gewissermaßen bearbeiten, den der Pflug nicht mehr berührt. In diesem Falle überwiegt für die Weizenpflanze der günstige Einfluß der physikalischen Beschaffenheit des Bodens bei weitem den schädlichen der Abnahme in der Menge der chemischen Bedingungen durch die vorhergegangenen Rüben- und Klee-Ernten. Thatsachen dieser Art haben nur allzu oft praktische Landwirthe zu der Ansicht verführt, daß auf die physikalische Beschaffenheit alles ankomme, und daß eine sehr weit getriebene Bearbeitung und Pulverisirung des Bodens genügend zur Erzielung guter Ernten sei; diese Ansichten haben aber immer durch die Zeit ihre Widerlegung gefunden, und nur das kann als richtig angenommen werden, daß für eine Reihe von Jahren die Herstellung einer günstigen physikalischen Beschaffenheit eben so wichtig, oft wichtiger für die Erträge mancher Felder ist, als die Düngung.

Es giebt kaum überzeugendere Thatsachen über den Einfluß der richtigen physikalischen Beschaffenheit auf die Erträge der Felder, als wie die, welche die Landwirthschaft durch die sogenannte Drainirung der Felder, worunter man das Tiefer-

Digitized by Google

legen des Grundwassers und den rascheren Abzug des in der Erde sich bewegenden Wassers versteht, gewonnen hat; eine Menge Felder, welche durch stehende Nässe für die Cultur der Halmgewächse und den Bau der besseren Futtergräser ungeeignet waren, sind für die Erzeugung von Nahrung für Menschen und Vieh dadurch gewonnen worden, und indem der Landwirth durch die Drainirung den Wasserstand in seinen Feldern auf ein bestimmtes Maß begränzt, beherrscht er den schädlichen Einfluß desselben in allen Jahreszeiten, und durch die schnellere Beseitigung des nässenden, die Porosität der Erde aufhebenden Wassers wird der Luft ein Weg in die tieferen Erdschichten geöffnet, wodurch sie auch auf diese die günstige Wirkung ausübt, die sie auf die Ackerkrume äußert.

Im Winter ist die Erde in einer Tiefe von 3 bis 4 Fuß wärmer als die äußere Luft und die von den Drainröhren aufwärts sich bewegende Luft kann dazu beitragen, die Temperatur der Ackerkrume höher zu erhalten, als sie ohne diesen Luftwechsel sein würde; die Luft in den Drains ist in der Regel reicher an Kohlensäure als die atmosphärische Luft.

Die Wirkung, welche die Drainirung auf die Fruchtbarkeit der Felder ausübt, kann an sich schon als ein Beweis für die Ansicht angesehen werden, daß die Pflanzen aus dem im Boden sich bewegenden Wasser ihre Nahrung nicht empfangen können. Diese Ansicht wird durch die Untersuchung der Brunnen-, Drain- und Quellwasser mächtig unterstützt (siehe Anhang D.).

Die Drainwasser enthalten alle Stoffe, welche das Regenwasser beim Durchsickern aus der Ackerkrume aufzulösen vermag; sie enthalten verschiedene Salze in geringer Menge und unter diesen nur Spuren von Kali; Ammoniak und Phosphorsäure fehlen in der Regel darin. In besonders zu diesen

Digitized by Google

Zwecken angestellten Analysen fand Thomas Way, daß in vier Wassern die Menge von Kali in 10 Pfund Wasser nicht bestimmbar war, drei andere Wasser enthielten in 7 Millionen Pfund Wasser 2 bis 5 Pfund Kali; von Phosphorsäure in drei Wassern keine bestimmbaren Mengen, in vier anderen in 7 Millionen Pfund Wasser 6 bis 12 Pfund Phosphorsäure, von Ammoniak in eben dieser Menge 0,6 bis 1,8 Pfund. — In ähnlichen Analysen von sechs Drainwassern fand Krocker, daß in keinem derselben Phosphorsäure und Ammoniak nachweisbar oder bestimmbar war; in einem Millionentheil Wasser in vier anderen Drainwassern nicht über 2, in zwei anderen 4 und 6 Theile Kali.

An diese hierüber vorliegenden Thatsachen reihen sich directe und in dieser Beziehung besonders lehrreiche Versuche von Dr. Fraas über die Stoffe, welche das auf die Oberfläche fallende Regenwasser in den sechs Sommermonaten aus der Ackerkrume aufnimmt und in die Tiefe führt.

In besonders zu diesem Zwecke eingerichteten unterirdischen Regenmessern, Lysimetern, wurde die Wassermenge aufgefangen, welche durch eine Erdschicht von 6 Zoll Tiefe und einen Quadratfuß horizontalen Querschnitt vom 6. April bis 7. October durchsickerte. Während dieser Zeit waren auf der nahen Sternwarte bis zum 1. October 480,7 Millimeter Regen gefallen*).

*) Die Lysimeter bestanden aus einem viereckigen, oben offenen, unten geschlossenen Kasten; 6 Zoll von dem offenen Rande abwärts war ein Siebboden angebracht; von diesem Boden aufwärts war der Kasten mit Erde gefüllt; unter demselben sammelte sich das auf einen Quadratfuß Fläche gefallene und 6 Zoll tief durchgegangene Regenwasser. Der Kasten war in freiem Felde bis zum Rande eingegraben, so daß die eingefüllte Erde und die des Feldes in einer Ebene lagen; zwei Lysimeter waren mit Kalkböden von den Isarauen angefüllt,

Digitized by Google

Vier Lyſimeter waren mit derſelben Erde aus dem Untergrunde des ſtrengen Lehmbodens in Bogenhauſen angefüllt; in zweien war die Erde mit 2 Pfund Rindermiſt gedüngt (III. und IV.), die beiden anderen blieben ungedüngt. Nro. II. und IV. waren mit Gerſte beſäet.

Auf ein Quadratmeter Land berechnet ſickerten durch die Erden die folgenden Waſſermengen, deren Gehalt an löslichen Stoffen durch Dr. Zoeller genau ermittelt wurde; in dieſem Waſſer konnten die Mengen Phosphorſäure und Ammoniak ihrer Kleinheit wegen nicht beſtimmt werden.

	Lyſimeter			
	I. Ungedüngt und ohne Vegetation.	II. Ungedüngt mit Gerſte beſäet.	III. Gedüngt ohne Vegetation.	IV. Gedüngt mit Vegetation.
Durchgegangenes Waſſer	218	213	304	144 Liter
enthielt Kali . .	0,516	0,434	1,265	0,552 Grm.
auf die Hectare .	5,16	4,34	12,65	5,52 Kilogr.

In den beiden Lyſimetern I. und II. ſind nahe dieſelben Waſſermengen durch die Erde filtrirt, was mit den beiden anderen nicht ſtatthatte, und es ſind darum nur die erſteren in Hinſicht auf das Löſungsvermögen des Waſſers vergleichbar mit einander.

Aus dieſen Verſuchen ergiebt ſich, daß in den gegebenen Verhältniſſen von dem auf das Feld gefallenen Waſſer weni-

von denen einer zerbrach, ſo daß das Waſſer nicht geſammelt werden konnte, wodurch das Ergebniß des andern wegen mangelnder Vergleichung ſeine Bedeutung verliert.

Digitized by Google

ger wie die Hälfte eine Tiefe von 6 Zoll erreichte, und daß auf eine Million Theile Wasser berechnet die ungedüngten Erden I. 2,37, II. 2,03 Pfund, die gedüngten Erden III. 5,46 und IV. 3,82 Pfund Kali abgaben. Diese Kalimengen betragen im gedüngten Boden durchschnittlich nicht mehr als was das Drainwasser (Krocker) enthält.

Die in der Erde des Lysimeters II. gewachsenen Gerstenpflanzen liefern auf den Quadratmeter berechnet 137,3 Gramme Körner und 147,9 Gramme Stroh, welche in ihrer Asche enthalten (Korn zu 2,47 Procent, Stroh zu 4,95 Procent Asche).

Im Korn	0,823	Gramme Kali
» Stroh	1,410	» »
zusammen	2,233	Gramme Kali.

Die Kalimenge, welche das Wasser aus der Erde des ersten Lysimeters aufnahm, die nicht mit Gerste bestellt war, betrug im Ganzen 0,516 Gramme, die des zweiten 0,432 Gramme. Der Unterschied ist 0,082 Gramme. Wenn man sich berechtigt glaubt, hieraus schließen zu dürfen, daß die Verminderung der Kalimenge in dem Wasser des zweiten Lysimeters auf dessen Uebergang in die Gerstenpflanze beruht habe, so würde hieraus gefolgert werden müssen, daß die Pflanzen empfangen haben:

durch Vermittelung des durchsickernden Wassers	0,082 Grm.
direct aus der Erde	2,151 »
	2,233 Grm.

mithin 96,4 Procent direct aus dem Boden und 3,6 Procent aus dem Wasser, also aus ersterem 27 mal mehr wie aus dem Wasser.

Digitized by Google

Nehmen wir nach dem Ergebniß der Auslaugung der stark mit Kuhmist gedüngten Erde im dritten Lysimeter an, daß das auf einer Fläche von einer Hectare fallende Wasser aus einer 6 Zoll hohen Schichte Ackerkrume 12,65 Kilogramme Kali auflöse, und vergleichen wir damit die Kalimenge, welche eine Kartoffel- oder Rübenernte einer Hectare Feld entzieht, so weiß man, daß eine mittlere Kartoffelernte in den Knollen 204 Kilogramm Asche und darin 100 Kilogramm Kali, und eine mittlere Rübenernte 572 Kilogramm Asche und darin 248 Kilogramm Kali enthält, und man sieht leicht ein, daß, wenn auch die ganze überhaupt im Regen löslich gewordene Kalimenge als Nahrung in die Pflanze übergegangen wäre, daß diese doch nur hinreichen würde, um den achten Theil der geernteten Kartoffelknollen und den zwanzigsten Theil der geernteten Rüben mit dem ihnen nothwendigen Kali zu versehen. Der Kaligehalt des durch die Erde sickernden Wassers drückt die Menge Kali aus, welche möglicherweise absorbirt werden konnte, und da verhältnißmäßig nur ein kleiner Theil dieses Wassers mit Pflanzenwurzeln in Berührung kommt und an diese Kali abgeben kann, so sieht man ein, daß die im Boden sich bewegende Lösung durch ihre Bestandtheile an dem Ernährungsproceß nur einen sehr geringen Antheil hat, wie denn die Abwesenheit des Ammoniaks und der Phosphorsäure in derselben an sich schon beweist, daß diese Materien im Boden ihren Ort nicht wechseln können. Der Boden muß eine gewisse Menge Feuchtigkeit enthalten, um Nahrung an die Pflanzen abgeben zu können, aber es ist für ihr Wachsthum nicht erforderlich, daß dieses Wasser beweglich sei. Man weiß, daß stehendes Wasser im Boden für die meisten Culturgewächse schädlich ist, und der günstige Erfolg der Röhrenentwässerung (sogenannte Drainirung) auf das besser

Digitized by Google

Gedeihen der Gewächse beruht eben darauf, daß dem durch seinen eigenen Druck sich bewegenden Wasser ein Abzug gestattet wird, so daß nur das durch Capillarität zurückgehaltene Wasser die Erde näßt.

Wenn wir uns die poröse Erde als ein System von Capillarröhren denken, so ist ihre für den Pflanzenwuchs geeignete Beschaffenheit unstreitig die, daß die engen capillaren Räume mit Wasser, die weiten mit Luft angefüllt sind und der Luft der Zugang zu allen gestattet ist. Mit diesem feuchten für die Atmosphäre durchdringlichen Boden befinden sich die auffaugenden Wurzelfasern in der innigsten Berührung; man kann sich denken, daß ihre äußere Fläche die eine, die porösen Erdtheilchen die andere Wand eines Capillargefäßes bilden, deren Zusammenhang durch eine unendlich dünne Wasserschicht vermittelt wird. Diese Beschaffenheit ist gleich günstig für die Aufnahme der fixen und gasförmigen Nahrungsmittel. Wenn man an einem trockenen Tage eine Weizen- oder Gerstenpflanze vorsichtig aus dem lockeren Erdreich zieht, so sieht man, daß an jeder Wurzelfaser ein Cylinder von Erdtheilchen, wie eine Hose, haften bleibt; aus diesen Erdtheilchen empfängt die Pflanze die Phosphorsäure, das Kali, die Kieselsäure ꝛc. sowie das Ammoniak, deren Uebergang vermittelt wird durch die dünne Wasserschicht, deren Theile sich nur insofern bewegen, als die Wurzel einen Zug auf sie ausübte.

Die Zusammensetzung des Quellwassers, des Wassers der Bäche und Flüsse, von welchen jeder einzelne Tropfen mit Gesteinen oder mit Wald und Feldboden in Berührung war, zeigt, wie außerordentlich gering die Mengen sind, welche das Wasser an Phosphorsäure, Ammoniak und Kali aus der Erde auflöst. Bei der Untersuchung von sechs verschiedenen Quellwassern fanden Graham, Miller und Hofmann keine bestimm-

Digitized by Google

baren Mengen Ammoniak und Phosphorsäure. In dem Wasser von Whitley wären in 37,000 Gallons (370,000 Pfund englisch), 1 Pfund Kali oder 1 Kilogramm in 135 Kubikmeter; eben so viel in 38,000 Gallons des Wassers der Cruſhmere-Quellen, in 32,000 Gallons der Bellwoolquelle, in 145,000 Gallons der Hindheadquelle, in 55,000 Gallons der Hasford-Mühlbachs- und 17,700 der Quelle bei Cosfordhouse. Das Wasser der Brunthaler-Quelle bei München, welches in einem großen Theile der Stadt als Trinkwasser dient, enthält kein Ammoniak und keine Phosphorsäure und in 87,000 Pfund 1 Pfund Kali.

Aus diesen und anderen Analysen über die Zusammensetzung von Quell-, Brunnen- und Drainwassern läßt sich nicht schließen, daß das Kali, Ammoniak und die Phosphorsäure in dem Wasser aller Quellen, Bäche und Flüsse fehle; es ist im Gegentheil völlig sicher, daß das Wasser mancher Sümpfe beide Stoffe in bemerklicher Menge enthalte *).

Der Gehalt eines solchen Wassers an Kali, Phosphorsäure, Eisen, Schwefelsäure erklärt sich ohne Schwierigkeit.

---

*) So hinterließ das Wasser aus einem künstlichen Sumpfe des Münchener botanischen Gartens von einem Liter 0,425 Gramme Satzrückstand, der in 100 Theilen enthielt:

Kalk	35,000
Bittererde	12,264
Kochsalz	10,100
Kali	3,970
Natron	0,471
Eisenoxyd mit Thonerde	0,721
Phosphorsäure	2,619
Schwefelsäure	8,271
Kieselsäure	3,240
Verbrennliche Substanzen	76,656
Wasser in Verlust	23,344

Digitized by Google

In einem Sumpfe sammeln sich nach und nach die Ueberreste von absterbenden Pflanzengenerationen an, deren Wurzeln aus einer gewissen Tiefe des Bodens eine Menge von Mineralbestandtheilen empfangen haben; diese Pflanzenreste gehen auf dem Boden des Sumpfes in Verwesung über, d. h. sie verbrennen und ihre unorganischen Elemente oder ihre Aschenbestandtheile lösen sich unter Mitwirkung von Kohlensäure und vielleicht von organischen Säuren im Wasser und bleiben darin gelöst, wenn der umgebende Schlamm und die Erde, die mit dieser Lösung in Berührung ist, sich damit gesättigt haben.

Scherer fand in den drei Quellen zu Brückenau alle die in dem obigen Sumpfwasser vorhandenen Stoffe nebst Essigsäure, Ameisensäure, Buttersäure und Propionsäure. Bei der Beschaffenheit des die ganze Umgebung von Brückenau constituirenden Gebirges, dem bunten Sandstein und bei der üppigen, fast an die Urwaldungen erinnernden Vegetation der ganzen Umgegend, bei dem Reichthum an Eichen und Buchenholzwaldungen mit fast tausendjährigen Bäumen beider Holzgattungen bezeichnet Scherer als eine der Bedingungen des Zustandekommens der Beschaffenheit des Brückenauer Quellwassers die Auslaugung des an verwesenden Vegetabilien reichen Humusbodens durch atmosphärische Niederschläge. (Annal. der Chem. und Pharm. IC, 285.)

Es ist klar, daß überall, wo ähnliche Verhältnisse zusammenwirkten, wie die, unter denen sich das Sumpfwasser in dem botanischen Garten zu München und die Brückenauer-Quellen gebildet haben, das auf der Oberfläche der Erde in der Form von Sumpf-, Quell- und Bachwasser vorkommende Wasser gewisse den Pflanzen nützliche Nahrungsstoffe, wie Phosphorsäure und Kali, in den verschiedensten Verhält-

Digitized by Google

niſſen enthalten wird, die in anderen Waſſern fehlen, und eben=ſo wird eine an vegetabiliſchen Ueberreſten reiche Ackererde, in welcher fortdauernd Verweſungsproceſſe ſtatthaben, durch welche Producte von ſaurem Charakter erzeugt werden, an durchſickern=des Regenwaſſer Phosphorſäuren und Alkalien abzugeben ver=mögen, welche in größere Tiefen dringen und im Drainwaſſer er=ſcheinen. Die Menge dieſer im Waſſer gelöſten Stoffe wird ab=hängig ſein von der Beſchaffenheit des Bodens, auf welchem die Pflanzen wachſen, deren Aſchenbeſtandtheile aus ihren ver=weſenden Ueberreſten durch das Regenwaſſer fortgeführt wer=den. Iſt der Boden felſig, mit einer dünnen Schicht Erde und einer dicken Laubdecke bekleidet, ſo wird das abfließende Waſſer um ſo mehr an ſiren Pflanzennahrungsſtoffen tiefer liegenden Gegenden zuführen, je weniger die Erdſchicht ſelbſt davon zurückhält. Die durch ſtarke Regenfälle aufgeſchlemmten feineren Erdtheile eines ſolchen Bodens, welche durch den Lauf des Waſſers den Thälern und Niederungen zufließen, werden je nach ihrer chemiſchen Beſchaffenheit, von welcher ihr Ab=ſorptionsvermögen für die aufgelöſten Pflanzennahrungsſtoffe abhängig iſt, einen Boden von allen Graden der Fruchtbarkeit darſtellen; immer aber werden dieſe aus dem zugeführten Schlamme ſich bildenden Erdſchichten mit den Pflanzennah=rungsſtoffen, welche das Waſſer enthält, aus dem ſie ſich ab=ſetzen, entweder geſättigt ſein oder nach und nach ſich ſättigen. Hieraus erklärt ſich vielleicht der ungleiche Werth des zum Bewäſſern der Wieſen dienenden Waſſers, der jedenfalls nach dem Urſprung des Waſſers ſehr verſchieden ſein muß; das, was auf Höhen ſich ſammelt, welche mit einer reichen Vegetation bedeckt ſind, oder das Waſſer aus anſchwellenden Sümpfen wird thatſächlich den Wieſengründen Düngerbeſtandtheile zu=führen, während das von vegetationsfreien Gebirgen in dieſer

Digitized by Google

besondern Beziehung keine Wirkung auf die Steigerung des Graswuchses ausüben kann, welche dann, wenn sie statthat, in anderen Ursachen gesucht werden muß.

An vielen Orten wird die Moorerde und der Schlamm aus Teichen, stehenden Wassern und Sümpfen als ein treffliches Mittel hochgeschätzt, um die Felder zu verbessern, und es kann dessen Wirksamkeit im Wesentlichen daraus erklärt werden, daß die kleinsten Theilchen desselben mit Düngstoffen oder Pflanzennahrungsmitteln gesättigt sind; in gleicher Weise versteht man die Fruchtbarkeit von manchen abgeholzten Waldflächen, deren Boden aus der darauf verwesenden Decke von Laub und Pflanzenresten 40, 80 Jahre oder noch länger jedes Jahr eine gewisse Menge von Aschenbestandtheilen empfangen hat, die aus einer großen Tiefe stammen und von den oberen Schichten der porösen Erde zurückgehalten werden und diese bereichern.

Die Schädlichkeit des Streurechens für die Laubholzwaldungen kann übrigens allein durch die Verarmung des Bodens an Aschenbestandtheilen, welche mit der Laubdecke hinweggenommen werden, nicht erklärt werden, denn die abgefallenen Blätter und Zweige sind an sich arm an Pflanzennährstoffen, namentlich an Kali und Phosphorsäure, und diese erreichen nicht mehr die tiefen Schichten der Erde, wo sie von den Wurzeln wieder aufgenommen werden könnten; sie beruht vielleicht mehr noch darauf, daß die Laub- und Pflanzenreste eine dauernde Quelle von Kohlensäure bilden, welche, durch das Regenwasser in die tieferen Erdschichten geführt, mächtig dazu beitragen muß, um die Erdtheile aufzuschließen und zur Verwitterung zu bringen; in einem dicht bestandenen Walde, in welchem die Luft sich seltener erneuert als in der Ebene, ist diese Zufuhr von Kohlensäure von Bedeutung; zuletzt schützt die dichte Pflan-

Digitized by Google

zendecke den Boden vor dem Austrocknen durch die Luft, und erhält darin einen dauernden Feuchtigkeitszustand, welcher den Laubholzpflanzen besonders nützlich ist, die durch die Blätter größere Mengen von Wasser als die Nadelholzpflanzen ausdünsten.

Um die Operationen des Feldbaues zu verstehen, ist es unumgänglich nöthig, daß der Landwirth die vollkommenste Klarheit über die Art und Weise gewinnt, wie die Pflanzen ihre Nahrung aus dem Boden empfangen.

Die Ansicht, daß die Wurzeln der Gewächse ihre Nahrung unmittelbar der Erdschicht entziehen, die sich in ihrer nächsten Nähe befindet, d. h. welche mit der Nahrung aufnehmenden in Berührung ist, sagt nicht, daß das Kali, der Kalk, der phosphorsaure Kalk im festen Zustande, nämlich ohne vorher gelöst worden zu sein, die Zellenmembran durchdringen können *); sie setzt nicht voraus, daß die Nahrungsstoffe, welche in dem im Boden sich bewegenden Wasser gelöst sind, nicht

*) Wenn man ein Becherglas mit Wasser füllt, dem man ein paar Tropfen Salzsäure zugesetzt hat, und dasselbe mit einer Blase überbindet, so daß zwischen der Blase und dem Wasser keine Luft sich befindet und das Wasser die Blase benetzt, die Blase außerhalb aber sorgfältig abtrocknet, so läßt sich zeigen, wie ein fester Körper, ohne daß eine Flüssigkeit von Außen mitwirkt, durch die Blase hindurch zu dem Wasser übergehen kann. Streut man nämlich auf die abgetrocknete Blase etwas Kreide oder feingepulverten phosphorsauren Kalk, so verschwindet diese in ein paar Stunden und die gewöhnlichen Reactionen zeigen alsdann den Kalk und den phosphorsauren Kalk in der Flüssigkeit im Innern des Becherglases an.

Der Uebergang des kohlensauren und phosphorsauren Kalkes in festem Zustande durch die Blase zum Wasser ist natürlich nur scheinbar. Beide lösen sich an den Stellen, wo sie mit dem sauren Wasser in den Poren der Membran in Berührung kommen, und da durch die Verdunstung des Wassers aus der Blase der innere Druck um etwas geringer als der äußere ist, so wird durch den äußeren stärkeren Druck, unterstützt von dem Lösungsvermögen des Wassers, die gebildete Lösung einwärts gepreßt.

Digitized by Google

unter Umständen aufnehmbar von den Pflanzenwurzeln sind, sondern sie nimmt als Thatsache an, daß die Pflanzenwurzeln die Nahrung von der dünnen Wasserschicht empfangen, welche, durch Capillaranziehung festgehalten, mit der Erde und Wurzeloberfläche in inniger Berührung ist, und nicht aus entfernteren Wasserschichten; daß zwischen der Wurzeloberfläche, der Wasserschicht und den Erdtheilchen eine Wechselwirkung statthat, die nicht besteht zwischen dem Wasser und den Erdtheilchen allein; sie setzt als wahrscheinlich voraus, daß die in unendlich feiner Vertheilung in der äußeren Oberfläche der Erdtheilchen haftenden Nahrungsstoffe mit der Flüssigkeit der porösen, aufnehmenden Zellenwände vermittelst einer sehr dünnen Wasserschicht in directer Berührung sind, und daß in ihren Poren selbst, ihre Lösung und von da aus ihre unmittelbare Ueberführung statthat.

Die Beweise für diese Ansicht sind kurz wiederholt folgende Thatsachen: Die Wurzeln aller Land- und der meisten Sumpfpflanzen befinden sich in unmittelbarer Berührung mit den Erdtheilen. Diese Erdtheile besitzen das Vermögen, die in wässeriger Lösung zugeführten wichtigsten Nahrungsstoffe: Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure, Ammoniak anzuziehen und in ähnlicher Weise festzuhalten, wie die Kohle die Farbstoffe festhält. Das im Boden sich bewegende Wasser nimmt in der Mehrzahl der untersuchten Fälle aus dem Boden kaum merkliche Mengen Ammoniak und keine Phosphorsäure auf, und Kali in so kleinen Mengen, daß diese zusammen bei weitem nicht ausreichen, um die auf dem Felde gewachsenen Pflanzen mit diesen Nahrungsstoffen zu versehen.

Das im Boden stehende Wasser befördert nicht die Aufnahme der Nahrung der Landpflanzen, sondern ist ihrem Gedeihen schädlich.

Digitized by Google

Wenn die Pflanzen ihre Nahrungsstoffe aus einer Lösung im Boden empfingen, die ihren Ort wechseln konnte, so müßten alle Drainwasser, Quell-, Fluß- und Bachwasser die Hauptnahrungsstoffe aller Pflanzen enthalten und es müßte gelingen, allen Ackererden ohne Unterschied durch fortgesetztes Auslaugen alle Nahrungsstoffe vollständig oder mindestens in einem dem Verhältniß der in einer Ernte enthaltenen gleichen Menge zu entziehen. Thatsache ist, daß dies nicht gelingt; das Feld verliert durch den Einfluß des Wassers keine von den Hauptbedingungen seiner Fruchtbarkeit in solcher Menge, daß das Gedeihen der darauf cultivirten Pflanze in irgend bemerkbarer Weise dadurch beeinträchtigt würde.

Seit Jahrtausenden sind alle Felder der auslaugenden Kraft des darauffallenden Regenwassers ausgesetzt, ohne daß sie dadurch aufhörten fruchtbar für Gewächse zu sein. In allen Ländern und Gegenden der Erde, wo der Mensch zum erstenmal mit dem Pflug Furchen zieht, findet er die Ackerkrume oder die obersten Schichten des Feldes reicher und fruchtbarer als den Untergrund; die Fruchtbarkeit des Bodens nimmt nicht ab, wenn Pflanzen darauf wachsen; sie verliert sich allmälig erst dann, wenn die auf dem Felde gewachsenen Pflanzen dem Boden genommen werden.

Gegen die Ansicht, daß eine Ursache in der Pflanze selbst mitwirkt, um gewisse Nahrungsstoffe außerhalb löslich und übergangsfähig zu machen, ist es kein Widerspruch, wenn man, wie Knop, Sachs und Stohmann dargethan haben, manche Landpflanzen ohne alle Erde in Wasser, dem man die mineralischen Nahrungsmittel derselben zugesetzt hat, zum Blühen und Samentragen brachte; diese Versuche, welche über die physiologische Bedeutung der einzelnen Nährstoffe großes Licht verbreiten (siehe Anhang E.), beweisen nur, wie wunderbar der Boden für die

Digitized by Google

Bedürfnisse der Gewächse eingerichtet ist, und welcher Aufwand von menschlichem Scharfsinn, Kenntnissen und peinlicher Sorge dazu gehört, um in Verhältnissen, die so sehr von den natürlichen abweichen, gewisse Eigenschaften der Ackererde zu ersetzen, welche das gesunde Wachsthum der Pflanze sichern.

Wenn die äußere Zufuhr der Nahrungsstoffe in gelöstem Zustande wirklich der Natur der Pflanze und der Function der Wurzeln entspräche, so müßte man denken, daß in einer solchen mit allen Nahrungsstoffen in reichlichster Menge und in der beweglichsten Form versehenen Lösung die Pflanzen um so üppiger gedeihen müßten, je weniger Hindernisse der Aufnahme ihrer Nahrungsstoffe entgegenstehen.

Eine junge Roggenpflanze in einen fruchtbaren Boden versetzt entwickelt darin oftmals einen Busch von 30 bis 40 Halmen, jeden mit einer Aehre, und liefert den tausend- und mehrfältigen Ertrag von Körnern und sie empfängt ihre mineralische Nahrung aus einem Erdvolum, welches beim andauerndsten Auslaugen mit reinem oder kohlensäurehaltigem Wasser noch nicht den hundertsten Theil der Phosphorsäure und Stickstoffmenge und noch nicht den fünfzigsten Theil des Kalis und der Kieselsäure abgiebt, welchen die Pflanze aus der Erde aufgenommen hat. Wie läßt sich unter solchen Verhältnissen annehmen, daß das Wasser ausreichend gewesen wäre, um durch sein Auflösungsvermögen allein alle die Stoffe übergangsfähig in die Pflanze zu machen, die wir darin vorfinden?

Alle in wässerigen Lösungen ihrer mineralischen Nahrungsstoffe gezogenen Pflanzen sind auch bei üppigem Wachsthum in Beziehung auf die erzeugte Pflanzenmasse nicht entfernt mit einer in fruchtbarem Erdreich wachsenden Pflanze zu vergleichen, und ihr ganzer Entwickelungsproceß ist ein Beweis, daß die

Digitized by Google

Bedingungen ihres gedeihlichen Wachsthums in der Erde ganz anderer Art sind.

Das höchste Erntegewicht, welches Stohmann bei einer im Wasser gezogenen Maispflanze erzielte, betrug 84 Grm., während das Gewicht einer gleichzeitig im Lande gewachsenen Maispflanze von demselben Samen 346 Grm. betrug. In Knop's Versuchen verhielt sich das Trockengewicht zweier Maispflanzen, von denen die eine im Wasser, die andere im Boden gewachsen war, wie 1 : 7.

Das in der Erde sich bewegende Wasser enthält Kochsalz, Kalk und Bittererde, die beiden letzteren theils an Kohlensäure, theils an Mineralsäuren gebunden, und es kann wohl kaum bezweifelt werden, daß die Pflanze von diesen Stoffen aus der Lösung aufnimmt; das Gleiche muß von dem Kali, dem Ammoniak und den gelösten Phosphaten gelten; allein das Wasser, welches im natürlichen Zustande des Bodens darin circulirt, enthält die drei letztgenannten Stoffe entweder gar nicht oder bei weitem nicht in der Menge gelöst, wie sie das Bedürfniß der Pflanze erheischt.

Nach den gewöhnlichsten Regeln der Naturforschung hat man in der Erklärung einer Naturerscheinung nicht die Fälle zu beachten, in welchen die Bedingungen der Hervorbringung der Erscheinung bekannt sind und klar vor Augen liegen, und wenn man z. B. in dem Sumpfwasser alle Aschenbestandtheile der Wasserlinse wiederfindet, so ist man über die Form nicht im Zweifel, in welcher sie übergegangen sind, sie sind im Wasser gelöst und im löslichen Zustande aufgenommen worden; zu erklären ist in einem solchen Falle nur, welcher Grund bewirkt hat, daß sie bei einer vollkommen gleichen Form in ungleichen Verhältnissen übergegangen sind.

Digitized by Google

Wenn man in einem andern Falle findet, daß das Regenwasser, welches auf ein gegebenes Feld fällt, vielmal mehr Kali aus der Erde auflöst als eine Ernte Rüben enthielt, die in einem solchen Boden gewachsen ist, so hat man allen Grund, anzunehmen, daß die Rübe, ähnlich wie die Wasserlinse, das ihr nothwendige Kali aus einer Lösung empfangen hat; wenn man aber in der ganzen Wassermenge, welche auf das Feld während der Vegetationszeit fällt, gerade nur so viel Kali und nicht mehr auffindet als die Rübenernte bedarf, so muß man schon, um den Kaligehalt von der Lösung abzuleiten, die unmögliche Annahme machen, daß alle Wassertheilchen, welche Kali enthalten, mit allen Rübenwurzeln in Berührung gekommen sind, weil sonst die Rübe nicht so viel Kali aufnehmen konnte als sie wirklich enthält. Diese Annahme ist deshalb unmöglich, weil in der Regel in der Vegetationszeit der Rübe in dem Boden kein bewegliches, z. B. durch Drainröhren ableitbares Wasser zugegen ist.

Findet man durch die Untersuchung des Wassers im Boden halb so viel Kali als eine Rübenernte bedarf, so handelt es sich nicht darum, zu erklären, wie die in Lösung befindliche Hälfte des Kalis in die Rübenpflanze hineingekommen ist, sondern in welcher Form und Weise sie die im Wasser fehlende andere Hälfte sich angeeignet hat.

Wenn man ferner durch die Untersuchung des Wassers in anderen Feldern findet, daß dieses nur $^1/_4$ der Kalimenge von einer Rübenernte oder nur $^1/_8$ bis $^1/_{20}$ bis $^1/_{50}$ derselben enthält, wenn man also ermittelt hat, daß in einem Boden, in welchem Rüben gedeihen, die Rübe immer dieselbe Kalimenge vom Boden empfängt, ganz gleichgültig, wie viel oder wie wenig davon das im Boden bewegliche Wasser aus der Erde auflöst, so folgt daraus, da nur Wasser, Boden und Pflanze

Digitized by Google

in Betracht kommen können, daß das directe Auflösungsvermögen des Waſſers für Kali bedeutungslos für die Pflanze iſt, und daß die Pflanze ſelbſt, unter Mitwirkung des Waſſers, das ihr nothwendige Kali auflöslich gemacht haben muß.

Was hier für einen Beſtandtheil geſagt iſt, gilt für alle. Wenn man alſo findet, daß man durch Behandlung einer Erde mit Regenwaſſer Kali, Phosphorſäure und Ammoniak oder Salpeterſäure daraus löslich machen kann, in ſolcher Menge, daß dieſe genügende Rechenſchaft über den Gehalt einer Halmfrucht an dieſen Stoffen giebt, die auf einem ſolchen Boden gewachſen iſt, während ſich herausſtellt, daß die Pflanze über hundertmal mehr Kieſelſäure enthält als das Waſſer möglicherweiſe zuführen konnte, ſo wird man wieder den Grund ihrer Aufnahme, da er im Waſſer nicht liegt, in der Pflanze ſuchen müſſen, und wenn andere Fälle ergeben, daß man eine gleich reiche Getreideernte auf Feldern erzielt, denen man durch Waſſer keine Phosphorſäure oder kein Ammoniak entziehen kann, ſo gelangt man wieder zu dem Schluß, daß die im Waſſer löslichen Nährſtoffe für die unterſuchten Pflanzen keine beſondere Wichtigkeit haben, und daß es nur darauf ankommt, daß ſie die geeignete Form beſitzen, um der Wirkung der Wurzel, welcher Art ſie auch ſein mag, zu folgen.

Die ſchönen, gemeinſchaftlich von dem Herrn Profeſſor Nägeli und Dr. Zoeller in dem botaniſchen Garten in München ausgeführten Vegetationsverſuche beweiſen auf die ſchlagendſte Weiſe die Richtigkeit der Schlüſſe, zu welchen die Unterſuchung der Drain- und anderer Wäſſer geführt haben. Anſtatt, wie dies bei allen bis jetzt angeſtellten Verſuchen geſchah, eine Pflanze in den Löſungen ihrer mineraliſchen Nährſtoffe zu erziehen, ſchlugen ſie den ganz entgegengeſetzten Weg ein, indem

Digitized by Google

sie die Samen der Pflanzen in einem Boden wachsen ließen, der alle ihre Nahrungsstoffe im unlöslichen Zustande enthielt.

Es ist nicht leicht eine Materie aufzufinden, welche für solche Versuche die Ackerkrume in allen ihren Eigenschaften ersetzen kann, und man erkennt die Schwierigkeit sogleich daran, daß keine von Bouſſingault und Anderen in einer künstlichen, mit allen Nährstoffen reichlich versehenen Erde gezogene Pflanze auch nur entfernt einer anderen vergleichbar war, die in fruchtbarem Ackerboden gewachsen ist; gepulverte Kohle oder Bimsstein vermögen manche Pflanzennährstoffe ihre Lösungen zu entziehen und physikalisch zu binden, sie besitzen aber in feuchtem Zustande nicht die weiche, schmiegsame, nachgebende Beschaffenheit des Thons in der Ackererde, welche die innige Berührung der Wurzel mit den Erdtheilen voraussetzt; am besten eignet sich dazu gröblich gepulverter Torf, der in feuchtem Zustande eine dem Thon entfernt vergleichbare, bildsame Masse darstellt, und welcher, wie die Ackererde, alle Pflanzenstoffe aus ihren Lösungen absorbirt. In den Versuchen der Herren Nägeli und Zoeller wurde darum Torfklein (Torfabfälle in Pulverform) zum Vehikel der Nährstoffe gewählt, dessen Absorptionsvermögen für die verschiedenen Nährstoffe vorher ermittelt wurde.

Ein Liter Torf, dessen Gewicht 324 Grm. betrug, absorbirte bei Berührung mit Lösungen von kohlensaurem Kali — Ammoniak — Natron, saurem phosphorsauren Kalk, 1,45 Grm. Kali, 1,227 Grm. Ammoniak, 0,205 Natron und 0,890 Grm. phosphorsauren Kalk (= 0,410 Phosphorsäure).

Die eben angeführten Kali- und Ammoniakmengen drücken nicht die ganzen Quantitäten dieser Stoffe aus, welche der Torf bei völliger Sättigung aufnimmt, sondern nur diejenigen, die derselbe beim einfachen Zumischen der Lösungen und einer Berührung

Digitized by Google

von einigen Stunden absorbirt; setzt man dem Torfpulver mehr von diesen Lösungen zu, so zeigt die Flüssigkeit eine alkalische Reaction, die nach einem oder mehreren Tagen wieder verschwindet, und nach acht Tagen ist die Reaction erst bleibend, wenn das Liter Torf 7,892 Grm. Kali und 4,169 Ammoniak aufgenommen hat; was wir in dem Folgenden mit gesättigtem Torf bezeichnen, enthält nur $^1/_5$ des Kalis und $^1/_3$ des Ammoniaks, welche er vollkommen gesättigt aufnehmen würde.

Zur Herstellung von Bodensorten von ungleichem Gehalte an Nährstoffen wurden drei Mischungen von gesättigtem mit rohem Torfpulver gemacht.

1. Mischung enthielt 1 Vol. gesättigtes Torfpulver.
2. „ „ 1 „ „ „ u. 1 Vol. rohes Torfpulver.
3. „ „ 1 „ „ „ u. 3 „ „ „

Diese Mischungen stellten Erdsorten dar, in welchen die dritte ein viertel, die zweite ein halb von der Quantität der zugesetzten Nährstoffe der ersten enthielt.

Der rohe Torf enthielt 2,5 Proc. Stickstoff, und 100 Grm. hinterließen 4,4 Grm. Asche, worin die Analyse 0,115 Grm. Kali, 0,0576 Grm. Phosphorsäure (ferner Kalk, Eisenoxyd, Kieselsäure, Bittererde, Schwefelsäure, Natron, siehe ausführlicher im Anhang E.) nachwies.

Von jeder dieser Mischungen wurde ein Topf angefüllt, welcher $8^1/_2$ Liter (2592 Grm.) faßte; ein vierter Topf von gleichem Inhalt enthielt rohes Torfpulver.

Mit Berücksichtigung des Aschengehaltes des rohen Torfes, enthielt jeder Topf die folgenden Quantitäten an Nährstoffen:

	1. Topf mit rohem Torf.	2. Topf $^1/_4$ gesättigter Torf.	3. Topf $^1/_2$ gesättigter Torf.	4. Topf $^1/_1$ gesättigter Torf.
Stickstoff . . .	71 Grm.	2,60 Grm.	4,32 Grm.	8,65 Grm.
Kali	3,18 „	3,075 „	6,15 „	12,30 „
Phosphorsäure .	1,586 „	0,83 „	1,75 „	3,49 „

Digitized by Google

Die Zahlen für Stickstoff, Kali und Phosphorsäure drücken beim rohen Torf (1. Topf) dessen Stickstoffmenge und die Menge von Kali und Phosphorsäure in der Asche desselben aus, bei den anderen Töpfen die Menge der Nährstoffe, welche zugesetzt worden waren.

In jeden dieser Töpfe wurden fünf Zwergbohnen gepflanzt, deren Gewicht bestimmt wurde und die man vorher in reinem Wasser hatte keimen lassen.

Die Pflanzen in den drei gedüngten Töpfen entwickelten sich sehr gleichmäßig und die Ueppigkeit ihres Wachsthums erregte das Erstaunen Aller, die sie sahen.

In dem halb- und viertelgesättigten Torf hatten die Pflanzen im ersten Monat ein schöneres Aussehen, aber die im gesättigten Torf überholten sie bald, und in der Größe und dem Umfang der Blätter war der Unterschied im Verhältniß zu dem reicheren Boden in die Augen fallend.

Bemerkenswerth war ferner der Einfluß des Bodens auf den Abschluß der Vegetationszeit. Eine jede der fünf Pflanzen in reinem Torf brachte eine kleine Schote hervor, die fünf Schoten enthielten 14 Samen. Während der Samenreife derselben starben die Blätter von unten nach oben ab, so daß noch ehe die Schoten gelb wurden, alle Blätter abgefallen waren; die Pflanzen im gesättigten Torf blieben am längsten grün, und die Samenreife trat bei diesen am spätesten ein. Die letzte Schote wurde von diesen Pflanzen am 29. Juli, die letzte Schote von den Pflanzen im reinen Torf schon am 16. Juli geerntet.

Die folgende Uebersicht giebt die Ernteerträge von allen vier Töpfen, und zwar die Anzahl der Samen und das Gewicht derselben.

Es lieferte Ertrag:

Digitized by Google

	1. Topf mit rohem Torf.	2. Topf ¼ gesättigter Torf.	3. Topf ½ gesättigter Torf.	4. Topf ¹/₁ gesättigter Torf.	
Anzahl	14	79	80	103	Bohnen.
Aussaat . . .	5	5	5	5	„
In Grammen:					
Ertrag	7,9	56,7	74,3	105	Grm.
Aussaat . . .	3,965	3,88	4,087	4,055	„
Mithin Mehrertrag über die Aussaat . . .	3,9	52,82	70,213	100,945	„

Es fällt hier sogleich der große Unterschied in der Anzahl und dem Gewichte der geernteten Samen in die Augen; der an Nährstoffen reichere Boden lieferte nicht nur mehr Samen, sondern auch größere und schwerere Samen, und zwar betrug das Gewicht derselben in Milligrammen durchschnittlich:

	1. Topf	2. Topf	3. Topf	4. Topf
Eine Saatbohne wog .	793	776	817	813
Eine geerntete wog . .	564	718	917	1019

Von den Samen der im ersten Topfe (rohem Torf) gewachsenen Pflanzen wogen sieben Stück nicht mehr als fünf von der Aussaat, und von denen aus dem gesättigten Torf wog ein Stück ein Fünftel mehr als wie eine Bohne von der Aussaat.

Vergleicht man die Ernte an Samen mit der Menge der Nährstoffe, welche der Torf in den vier Töpfen enthielt, so bemerkt man sogleich, welchen Einfluß die Form der Nährstoffe und ihre Verbreitung auf ihr Ernährungsvermögen gehabt hat.

In dem ¼ gesättigten Torf betrug die Phosphorsäure um etwas mehr als die Hälfte (um 0,83 Grm.) mehr als die im rohen Torf enthaltene Menge (1,586 Grm.), das Kali war verdoppelt und die Menge des Stickstoffs nur um $^1/_{27}$ vermehrt

Digitized by Google

worden, die Ernte war aber nicht um 1/3 (entsprechend der zugesetzten Phosphorsäure) höher als wie die im rohen Torf gewachsenen Pflanzen, sondern sie war über dreizehnmal höher. Die schwache Düngung hatte bewirkt, daß der Torf im zweiten Topfe für die Samenbildung allein dreizehnmal mehr, für die ganzen Pflanzen vielleicht aber dreißigmal mehr Nährstoffe, als der rohe Torf abgegeben hatte.

Offenbar besaß von den Aschenbestandtheilen des rohen Torfes nur eine sehr kleine Menge die zur Ernährung der Bohnenpflanze geeignete Form, sie waren nicht aufnahmsfähig, weil sie in chemischer Verbindung in der Torfsubstanz enthalten waren. Mit einem rohen Bilde verglichen, kann man sich die Nährstoffe in dem rohen Torf eingehüllt von Torfsubstanz denken, welche ihre Berührung mit den Wurzeln hindert, während die Nährstoffe der gesättigten Torftheile die äußere Hülle der Torfsubstanz bildeten.

Die Ernteerträge der Samen zeigen ferner, daß sie nicht im Verhältnisse standen zu dem Gehalt des Bodens an Nährstoffen, sondern daß die daran ärmere Mischung weit mehr Samen lieferte als sie nach dem Gehalte der reicheren hätte liefern sollen. Bei den verschiedenen Töpfen verhielten sich:

	2. Topf 1/4 gesättigt.	3. Topf 1/2 gesättigt.	4. Topf 1/1 gesättigt.
Die Düngermenge:	1	2	4
Die Ernteerträge hingegen wie:	2	2,8	4

Der Grund hiervon ist nicht schwer einzusehen; das Ergebniß, daß der 1/4 gesättigte Torf doppelt soviel an Ertrag lieferte, als der Düngung entsprach, beweist, daß die aufnehmenden Wurzeloberflächen mit doppelt soviel ernährenden

Digitized by Google

Torftheilchen in Berührung gekommen waren. Der $^1/_4$ gesättigte Torf enthielt dem Gewicht nach in jedem Kubikcentimeter nur $^1/_4$ der Nährstoffe des ganz gesättigten, aber durch die Mischung von 1 Vol. des gesättigten mit 3 Vol. des ungesättigten war der erstere weit mehr vertheilt und sein Volum oder seine wirksame Oberfläche größer geworden. Wenn man sich den Fall denkt, daß sich 3 Vol. grobes Torfpulver mit 1 Vol. gesättigtem so candiren ließen, daß jedes Stückchen des ersteren vollkommen umgeben oder eingeschlossen wäre von den gesättigten Torftheilchen, so würden die Bohnenpflanzen in einem so zubereiteten Boden gerade so üppig wachsen, wie wenn der Torf in allen seinen Theilen mit Nährstoffen gesättigt worden wäre.

Die erhaltenen höheren Erträge in dem verhältnißmäßig ärmeren Boden beweisen demnach, daß nur die Nährstoffe enthaltende Bodenoberfläche wirksam ist, und daß das Ertragsvermögen eines Bodens nicht im Verhältniß zur Quantität an Nährstoffen steht, welche die chemische Analyse darin nachweist; diese Thatsachen beweisen zuletzt, daß nicht das Wasser durch sein Lösungsvermögen den Pflanzenwurzeln die aufgenommenen Nährstoffe zugeführt hat.

Aus dem Verhalten einer mit Nährstoffen gesättigten Erde gegen Wasser ist uns genau bekannt, daß wenn Wasser aus der gesättigten Erde eine gewisse Menge Ammoniak, Kali ꝛc. aufgelöst hat, daß die nämliche Menge Wasser aus einer halb gesättigten Erde (oder aus einer Erde, der man die Hälfte des absorbirten Kalis und Ammoniaks bereits entzogen hat) nicht halb soviel als aus der gesättigten Erde weiterhin auflöst, sondern daß die Erde in eben dem Verhältniß, als sie in dieser Weise ärmer an Nährstoffen geworden ist, den Rest des Aufgenommenen um so fester hält.

Digitized by Google

In dem halbgesättigten Torf sind die Nährstoffe weit fester gebunden als in dem ganz gesättigten, und in dem viertelgesättigten weit fester als in dem halbgesättigten.

Wenn demnach auch das Wasser aus dem halbgesättigten ein halbmal soviel als aus dem ganz gesättigten und aus dem viertelgesättigten ein halbmal soviel wie aus dem halbgesättigten hätte auflösen und den Wurzeln zuführen können, so hätten die Erträge in keinem Falle größer sein können als dem Gehalte des Bodens an Nährstoffen entsprach, sie waren aber weit größer und die Wurzeln nahmen thatsächlich mehr Nährstoffe auf als das Wasser in dem günstigsten Falle möglicher Weise hätte zuführen können.

In diesen Versuchen ist zum erstenmal der directe Beweis geführt, daß die Pflanzen die ihnen nothwendigen Nährstoffe aus einem Boden, der dieselben in physikalischer Bindung, d. h. in einem Zustande enthält, in welchem sie ihre Löslichkeit im Wasser verloren haben, aufzunehmen vermögen, und das Verhalten der Ackererde und des Culturbodens überhaupt giebt zu erkennen, daß die in diesem enthaltenen Nährstoffe in derselben Form darin zugegen sein müssen, mit dem Unterschiede jedoch, daß die Erdtheile nicht bloß als Träger derselben dienen, sondern auch die Quelle derselben sind. In einem Boden, der aus Torfklein besteht, wird eine darauf folgende Pflanze nicht zum zweiten Male gleich vollkommen sich entwickeln können, wenn die entzogenen Nährstoffe demselben nicht wieder zugeführt werden, er wird nicht wieder ernährungsfähig werden, wie lange man ihn auch brachliegen läßt.

Die Nützlichkeit der mechanischen Bearbeitung des Bodens beruht auf dem Gesetze, daß die in der fruchtbaren Erde vorhandenen Nährstoffe ihren Ort durch das im Boden sich bewegende Wasser nicht verlassen, daß die Culturpflanzen ihre

Digitized by Google

Hauptnahrung von den Erdtheilen empfangen, mit welchen die Wurzeln sich in Berührung befinden, aus einer Lösung, die sich um die Wurzel selbst bildet, und daß alle Nahrungsstoffe außerhalb des Umkreises der Wurzeln wirkungsfähig, aber nicht aufnehmbar für die Pflanzen sind.

In der Natur besteht kein Gesetz für sich allein, sondern alle zusammen sind nur Glieder in einer Kette von Gesetzen, die selbst wieder untergeordnet sind einem höheren und höchsten Gesetze.

Mit dem Naturgesetze, daß sich das organische Leben nur in der äußersten, der Sonne zugekehrten Erdkruste entwickelt, steht in der engsten Verbindung das Vermögen der Trümmer dieser Erdkruste, aus denen die Ackerkrume besteht, alle diejenigen Nahrungsstoffe aufzusammeln und festzuhalten, welche Bedingungen des Lebens sind. Die Pflanze besitzt nicht, wie die Thiere, besondere Apparate, in denen die Speisen aufgelöst und zur Aufnahme geschickt gemacht werden; diese Vorbereitung der Nahrung legt ein anderes Gesetz in die fruchtbare Erde selbst, die in dieser Beziehung die Function des Magens und der Eingeweide der Thiere übernimmt. Die Ackerkrume zersetzt alle Kali-, Ammoniak- und die löslichen phosphorsauren Salze, und es empfängt das Kali, das Ammoniak und die Phosphorsäure in dem Boden immer dieselbe Form, von welchem Salze sie auch stammen mögen, und in dieser Wirksamkeit stellt die pflanzentragende Erde zum Nutzen der Thiere und Menschen einen unermeßlichen ausgedehnten Reinigungsapparat für das Wasser dar, aus dem sie alle der Gesundheit der Thiere schädlichen Stoffe, alle Producte der Fäulniß und Verwesung untergegangener Pflanzen- und Thiergenerationen entfernt.

Die Frage, wie viel von den verschiedenen Nährstoffen eine Erde enthalten muß, um lohnende Ernten zu liefern, ist

Digitized by Google

von großer Wichtigkeit, ihre genaue Beantwortung ist aber mit den größten Schwierigkeiten verbunden. Wenn in der That das Ernährungsvermögen einer Ackerkrume abhängig ist von der Menge derselben, welche in physikalischer Bindung in der Erde enthalten ist, so ist es einleuchtend, daß die chemische Analyse, welche die chemisch-gebundenen von den physikalisch-gebundenen nicht scharf unterscheidet, keinen sichern Aufschluß darüber giebt.

Die Vergleichung verschiedener Bodenarten von gleichem Ertragsvermögen giebt zu erkennen, daß die chemische Zusammensetzung derselben im höchsten Grade ungleich ist, und daß von zwei Bodenarten, von denen die eine 80 bis 90 Procent Steine und Kieselsand, die andere nur 20 Procent enthält, der erstere häufig bessere Erträge giebt als der andere, und man kann sich den Fall denken, daß ein an sich fruchtbarer Boden mit seinem halben Volum Kieselsand gemengt, in seinem Ertrage nicht abnimmt, ja daß er zunimmt, obwohl er jetzt in jedem Theile seines Querschnittes $^1/_3$ weniger Nährstoffe wie vorher enthält, weil durch die Beimischung von Sand die Nahrung darbietende Oberfläche der anderen Gemengtheile des Bodens vermehrt wird, auf welche in Hinsicht auf die Abgabe der Nahrungsstoffe alles ankommt.

Ein Boden, auf welchem Roggen gedeiht, ist häufig nicht für die lohnende Cultur des Weizens geeignet, obwohl beide Pflanzen dem Boden ganz dieselben Bestandtheile entnehmen.

Es ist offenbar, daß das Nichtgedeihen des Weizens auf einem solchen Boden darauf beruht, daß jede Weizenpflanze während ihres Lebens in dem Umkreise, der ihren Wurzeln Nahrung darbietet, der Zeit und Menge nach nicht genug für ihre volle Entwickelung vorfindet, während diese ausreichend für die Roggenpflanze ist.

Digitized by Google

Die chemische Analyse weist nun nach, daß ein solcher Roggenboden im Ganzen auf 5 bis 10 Zoll Tiefe funfzig-, vielleicht hundertmal mehr an den Nahrungsmitteln der Weizenpflanze enthält, als für eine volle Weizenernte erforderlich ist, aber dennoch trotz dieses Ueberschusses keine lohnende Ernte im landwirthschaftlichen Sinne liefert.

Vergleicht man die Menge Phosphorsäure und Kali, welche eine mittlere Weizenernte (2000 Kilogr. Korn und 5000 Kilogr. Stroh) und eine Roggenernte (1600 Kilogr. Korn und 3800 Kilogr. Stroh) einer Hectare Feld entzieht, so ergiebt sich:

Es empfangen vom Boden

	der Weizen:	der Roggen:
Phosphorsäure . .	25 bis 26 Kilogr.	17 bis 18 Kilogr.
Kali	52 »	39 » 40 »
Kieselsäure	160 »	100 » 110 »

Der Unterschied in dem absoluten Bedarf ist demnach sehr klein. Die Weizenernte empfing vom Boden nur 9 Kilogramm Phosphorsäure und etwa 12 Kilogramm Kali und 50 bis 60 Kilogr. Kieselsäure mehr als die Roggenernte.

Vor der Bekanntschaft mit dem eigentlichen Grunde, auf welchem das Ernährungsvermögen der Ackererde beruht, ist es völlig unverständlich gewesen, wie ein so schwacher Unterschied von ein paar Pfunden Phosphorsäure, Kieselsäure und Kali in dem Bedarf eine so große Verschiedenheit in der Qualität des Feldes bedingen konnte; denn gegen die Menge gehalten, welche der Roggenboden thatsächlich enthält, ist der Mehrbedarf der Weizenpflanze verschwindend klein.

Diese Erscheinung würde in der That unbegreiflich sein, wenn die Nährstoffe der Halmgewächse eine bemerkliche Beweglichkeit besäßen, denn in diesem Falle könnte ein wirklicher Mangel an einem gegebenen Orte nicht statt haben; ein jeder

Digitized by Google

Regenfall würde die ärmeren Stellen wieder mit Nahrung versehen, wenn überhaupt der geringe Ueberschuß, den die Weizenpflanze mehr als die Roggenpflanze bedarf, durch Vermittelung des Wassers verbreitbar wäre. Obwohl sich also in einer geringen Entfernung von den Weizenwurzeln (auf einem Boden, der für die Cultur des Roggens, aber nicht für die des Weizens geeignet ist) eine große Menge und in dem Erdvolum zwischen zwei Roggenpflanzen oft fünfzigmal mehr Phosphorsäure und Kali befindet, als der geringe Mehrbedarf der Weizenpflanze beträgt, so kann thatsächlich diese Nahrung nicht zur Weizenwurzel gelangen.

Zieht man aber in Betracht, daß die Pflanzennährstoffe im Boden ihren Ort nicht wechseln können, so erklärt sich das Nichtgedeihen der Weizenpflanze auf dem Roggenfelde auf die einfachste Weise.

Wenn eine Hectare (1 Million Quadratdecimeter) Feld an eine mittlere Roggenernte (Korn und Stroh) 17 Millionen Milligramme (17 Kilogramm) Phosphorsäure, 39 Millionen Milligramme Kali und 102 Millionen Milligramme Kieselsäure abgiebt, so empfangen die auf einem Quadratdecimeter wachsenden Roggenpflanzen von dem Boden 17 Milligramme Phosphorsäure, 39 Milligramme Kali und 102 Milligramme Kieselsäure.

Von derselben Fläche eines guten Weizenbodens empfangen aber die Weizenpflanzen 26 Milligramme Phosphorsäure, 52 Milligramme Kali und 160 Milligramme Kieselsäure. Die Nahrung aufnehmende Oberfläche der Roggen- und Weizenwurzeln ist nicht mit allen Nahrung enthaltenden Erdtheilchen in einem Quadratdecimeter des Feldes abwärts, sondern nur mit einem kleinen Volum der Erdmasse in Berührung, und es versteht sich ganz von selbst, daß die Erdtheilchen, die zu-

Digitized by Google

fällig nicht mit den Pflanzenwurzeln in Berührung kommen können, gerade so viel Nahrungsstoffe enthalten müssen als die anderen, wenn der Same allerorts gedeihen soll.

Wenn wir mit einiger Zuverlässigkeit die Nahrung aufnehmende Wurzeloberfläche ermitteln könnten, so würde man damit das Volum Erde kennen, von welcher sie die Nahrung empfangen hat, denn jede Wurzelfaser ist umgeben von einem Erdcylinder, dessen innere der Wurzel zugekehrte Wand von der abwärts dringenden Wurzelspitze oder den abwärts sich ansetzenden Zellenoberflächen gleichsam abgenagt worden ist, allein der Durchmesser und die Länge der Wurzelfasern ist bei keiner Pflanze bekannt und wir müssen uns demnach auf Schätzungen beschränken.

Nimmt man an, daß die 17 Milligramme Phosphorsäure, 39 Milligramme Kali und 102 Milligramme Kieselsäure abwärts von einer Erdmasse aufgenommen wurden, deren horizontaler Querschnitt 100 Quadratmillimeter beträgt, so enthält das Roggenfeld in jedem Quadratdecimeter (10,000 Quadratmillimeter) abwärts, 1700 Milligramme Phosphorsäure, 3900 Milligramme Kali und 10,200 Milligramme Kieselsäure, dies ist hundertmal so viel, als eine mittlere Roggenernte bedarf, und da die Weizenpflanze die Hälfte mehr Phosphorsäure und Kieselsäure und 0,4 mehr Kali von den nämlichen Stellen der Erde zu empfangen hat, wenn sie in gleicher Weise gedeihen soll, so ergiebt sich jetzt, daß wenn eine Hectare Feld, um fruchtbar für eine mittlere Roggenernte zu sein, enthält:

1700 Kilogramm Phosphorsäure, 3900 Kilogramm Kali und 10,200 Kilogramm Kieselsäure,

so muß der fruchtbare Weizenboden enthalten:

2560 Kilogramm Phosphorsäure, 5200 Kilogramm Kali und 15,300 Kilogramm Kieselsäure.

Digitized by Google

Wenn ein Kubikdecimeter (1 Liter) Ackererde durchschnittlich 1200 Gramme wiegt und man annimmt, daß die größte Anzahl der Wurzeln der Weizenpflanze nicht tiefer als 25 Centimeter (10 Zoll) dringen, so würden obige 1700 Milligramm Phosphorsäure, 3900 Milligramm Kali und 10,200 Milligramm Kieselsäure in aufnehmbarer Form in $2^1/_2$ Kubikdecimeter Erde oder 3000 Grammen enthalten sein müssen; dies macht 0,056 Procent Phosphorsäure, 0,034 Procent Kali und 0,34 Procent Kieselsäure aus.

Ehe wir das Gebiet der Folgerungen betreten, die sich an diese Zahlen knüpfen, muß daran erinnert werden, daß sie einige hypothetische Elemente enthalten, die man nicht aus den Augen verlieren darf. Was die Zahlen für die Menge der Aschenbestandtheile betrifft, welche durch eine mittlere Roggen- und Weizenernte im Korn und Stroh einer Hectare Feld genommen wurden, so sind sie durch die Analyse bestimmt worden und nicht hypothetisch. Sicher ist demnach, daß die Weizenernte die Hälfte mehr Phosphorsäure und Kieselsäure und ein Drittel mehr Kali dem Boden entzieht, als die Roggenernte.

Die Annahme, daß der Weizenboden auf 10 Zoll Tiefe 0,056 Procent Phosphorsäure, 0,034 Procent Kali und 0,34 Procent Kieselsäure in physikalischer Bindung enthalte, was hundertmal soviel ausmacht, als durch eine Weizenernte im Korn und Stroh dem Felde genommen wird, ist rein hypothetisch, und es handelt sich hier darum, die Grenze zu bestimmen, bis zu welcher diese Schätzung als wahr angenommen werden kann.

Wenn man Ackererde kalt mit Salzsäure 24 Stunden lang in Berührung läßt, so nimmt diese eine gewisse Menge Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure sowie Kalk, Bittererde u. s. w. daraus auf. Behandelt man die Erde lange Zeit mit kochen-

Digitized by Google

der Salzsäure, so betragen die Mengen der aufgelösten Kieselsäure und des Kalis weit mehr. Man erhält zuletzt durch vorhergegangene Aufschließung der Silicate, bei der Behandlung mit Salzsäure in der Wärme, den ganzen Kali- und Kieselsäuregehalt der Erde. Ohne einen Irrthum zu begehen, wird man voraussetzen können, daß die von kalter Salzsäure der Erde entziehbaren Pflanzennährstoffe am schwächsten von der Erde angezogen sind und ihrer Form nach den physikalisch gebundenen am nächsten stehen, jedenfalls so nahe, daß sie durch die gewöhnlichen Verwitterungsursachen sehr leicht in diese Form der Verbindung übergehen können.

In dieser Weise wurden von Dr. Zoeller zwei Weizenbodensorten der Analyse unterworfen, der Lehmboden von Bogenhausen und Weihenstephan, von denen namentlich der letztere einen vortrefflichen Weizenboden darstellt. Einhundert Theile dieser beiden Erden gaben an kalter Salzsäure ab:

	Phosphorsäure	Kali	Kieselsäure
Weihenstephaner Erde =	0,219	0,249	0,596
Bogenhausener » =	0,129	0,093	0,674

Wenn diese Quantitäten von Nährstoffen in aufnahmsfähigem Zustande in diesen Bodensorten vorhanden sind, so würde der Gehalt in der Weihenstephaner Erde an Phosphorsäure beinahe 400mal, an Kali 700mal, an Kieselsäure etwas mehr als 190mal soviel betragen, als eine Weizenernte bedarf; in der Bogenhausener Erde wäre der Phosphorsäure-, Kali- und Kieselsäuregehalt doppelt so groß, als hypothetisch vorausgesetzt worden ist.

Die bekannten Analysen anderer Chemiker von ähnlichen Bodensorten zeigen, daß die angenommene Schätzung des erforderlichen Gehaltes eines guten Weizen- oder Roggenbodens

Digitized by Google

an Nährstoffen eher unter als über dem wirklichen Gehalte liegt, und es würde in der That die Zukunft der Landwirthschaft sehr trübe erscheinen, wenn der Boden nicht weit reicher an Nährstoffen wäre, als hier hypothetisch angenommen worden ist.

Es ist vielleicht hier der Ort, den Unterschied von Fruchtbarkeit und Ertragsvermögen eines Feldes hervorzuheben. Nach den früher beschriebenen Versuchen von Nägeli und Zoeller läßt sich Torfklein durch Sättigung mit den nöthigen Nährstoffen in einen äußerst fruchtbaren Boden für Bohnen verwandeln, und die Vergleichung der Aschenbestandtheile des geernteten Strohs und der Samen mit der Menge, welche man dem Torfklein zugesetzt hatte, zeigt, daß die 12- bis 14fache Menge der letzteren genügte, um eine sehr hohe Samenernte zu erzielen, aber der poröse, in allen auch seinen kleinsten Theilen mit Nährstoffen gesättigte Torf begünstigte eine enorme Wurzelentwickelung, und nichts kann gewisser sein, als daß sein Ertragsvermögen der Zeit nach sehr klein ist, und daß er durch eine sehr kurze Reihe von Ernten seine Fruchtbarkeit sehr rasch und für immer verliert.

Der sehr hohe Gehalt unserer Kornfelder an Nährstoffen ist die unerläßlich nothwendige Bedingung für nachhaltige hohe Erträge, er ist aber nicht nothwendig für eine hohe Ernte.

Ein guter Roggenboden heißt ein Boden, welcher eine mittlere Roggenernte, aber keine mittlere Weizenernte, sondern weniger erträgt.

Der Grund, warum die Weizenpflanze, welche dieselben Elemente aus dem Boden wie die Roggenpflanze bedarf, auf dem Roggenboden nicht ebenso gedeiht wie diese, beruht nach dem Vorhergehenden darauf, daß sie in derselben Zeit mehr

Digitized by Google

von diesen Nährstoffen nöthig hat als die Roggenpflanze, dieses Mehr aber nicht erlangen kann. Ein guter Weizenboden, der eine mittlere Weizenernte liefert, unterscheidet sich demnach von einem guten Roggenboden, der eine mittlere Roggenernte erzeugt, dadurch, daß er in allen seinen Theilen in eben dem Verhältniß mehr Nahrungsstoffe enthält, als die Weizenernte mehr braucht und hinwegnimmt als die Roggenernte.

Ein guter Roggenboden, welcher von seinem Gehalt an Nährstoffen 1 Procent an eine mittlere Roggenernte abzugeben vermag und abgiebt, würde eine mittlere Weizenernte liefern müssen, wenn die darauf wachsenden Weizenpflanzen $1\frac{1}{2}$ Procent seiner Nährstoffe sich aneignen könnten. Thatsächlich geschieht dies nicht; hieraus folgt von selbst, daß die auffaugenden Wurzeloberflächen der Weizenpflanze nicht um die Hälfte größer sein können, als die der Roggenpflanze; denn wären sie um die Hälfte größer, so würden die Wurzeln der Weizenpflanze mit der Hälfte mehr Nahrung abgebender Erdtheile in Berührung kommen, d. h. der Roggenboden würde eine mittlere Weizenernte liefern müssen, die er aber nicht liefert.

Die Vergleichung der Erträge an Korn und Stroh eines Roggenbodens, welcher gleichzeitig und zur Hälfte mit Roggen und Weizen bestellt worden ist, dürfte demnach zur Beurtheilung der Wurzeloberfläche der Weizen- und Roggenpflanze führen können. Wenn die Weizenernte von der Hälfte eines solchen Feldes auf die Hectare berechnet eben so viel Phosphorsäure und Kali empfängt wie die Roggenernte von der anderen Hälfte (17 Kilogramm Phosphorsäure und 39 Kilogramm Kali), so sind die Wurzeln der Weizenpflanze mit eben so viel Nährstoffe abgebender Erde und diese mit derselben Nahrung aufnehmenden Wurzeloberflächen in Berührung gekommen, als die Wurzeln der Roggenpflanze. Enthält die

Digitized by Google

Weizenernte mehr Phosphorsäure, Kali und Kieselsäure oder weniger als die Roggenernte, so wird dies auf eine größere oder kleinere Wurzelverzweigung schließen lassen. Versuche dieser Art mit Roggen, Weizen, Gerste und Hafer verdienen gemacht zu werden, obwohl sie für den Landwirth kein praktisches Interesse, sondern nur eine physiologische Bedeutung haben und zuletzt nur Schlüsse zulassen, deren Richtigkeit in ziemlich weiten Grenzen liegt. Das Aufnahmsvermögen der Pflanze und die Zeit der Aufnahme machen einen Unterschied, der aber jedenfalls dadurch zur Wahrnehmung kommt.

Von zwei Pflanzen, welche gleiche Erträge liefern, von denen die eine früher blüht und reift wie die andere, muß die mit der kürzeren Vegetationszeit und gleicher Wurzeloberfläche an allen den Orten, die ihr Nahrung abgeben, um etwas mehr vorfinden, um eben so viel zu empfangen als die andere, welche länger Zeit zur Aufnahme hat.

Die einzigen hypothetischen Annahmen in der Festsetzung der obigen Zahlen sind demnach, daß die Nahrung auffaugenden Wurzeloberflächen der Roggen- und Weizenpflanzen gleich seien, ferner, daß der Roggenboden gerade 1 Procent und nicht mehr oder weniger von seinem Gehalt an Nährstoffen abgiebt. Ein solcher Boden existirt sicherlich in der Wirklichkeit nicht; aber angenommen, wir hätten einen solchen Boden vor uns und stellten die Frage, wie viel wir demselben an Nährstoffen zusetzen müßten, um denselben in einen Weizenboden von dauernder Ertragsfähigkeit zu verwandeln, so ist die Antwort nicht hypothetisch, sondern vollkommen zuverlässig und richtig. Wenn:

Digitized by Google

	Phosphorsäure	Kali	Kieselsäure
der Weizenboden enthält .	2560 Kilogr.	5200 Kilogr.	15,300 Kilogr.
der Roggenboden	1700 „	3900 „	10,200 „
so ist der Weizenboden reicher um	860 Kilogr.	1300 Kilogr.	5,100 Kilogr.

Wir müßten demnach dem Roggenboden von einer gegebenen Beschaffenheit und Ertragsvermögen in irgend einer Form die Hälfte Phosphorsäure und Kieselsäure und $^1/_3$ mehr Kali, als er schon enthält, zuführen, um denselben fähig zu machen, mittlere Ernten Weizenkorn und Stroh hervorzubringen.

Und um einem Weizenboden dauernd einen Ertrag abzugewinnen, der den mittleren Ertrag um die Hälfte übersteigt, müßten wir demselben die Hälfte mehr an Pflanzennährstoffen zuführen, als er schon enthält.

	Phosphorsäure	Kali	Kieselsäure
Eine Hectare Weizenboden enthält . .	2560 Kilogr.	5200 Kilogr.	10,200 Kilogr.
Die Hälfte mehr . .	1280 „	2600 „	5,100 „
	3840 Kilogr.	7800 Kilogr.	15,300 Kilogr.

Diese Betrachtungen haben keinen andern Zweck, als zu zeigen, daß ein kleiner Unterschied in der absoluten Menge eines Nährstoffes, den eine Pflanzenart mehr bedarf als eine andere, einen großen Mehrgehalt an eben diesem Bestandtheil in dem Boden voraussetzt. Die Weizenernte nimmt vom Boden pro Hectare nur 8,6 Kilogramm mehr Phosphorsäure als die Roggenernte; damit aber die Weizenwurzeln diese 8,6 Kilogramm Phosphorsäure sich aneignen können, muß der Boden hundertmal soviel (860 Kilogramm) und vielleicht noch mehr Phosphorsäure als der Roggenboden enthalten.

Obwohl sich diese Zahlen auf einen ideellen Boden von

Digitized by Google

einer ganz bestimmten Zusammensetzung beziehen, so ist der Schluß, den wir daran knüpfen, dennoch für alle Bodenclassen wahr.

Es ist unzweifelhaft wahr, daß der Boden immer und unter allen Umständen viel mehr Nährstoffe als die Ernte enthalten muß; setzt man den Fall, daß der Boden, anstatt die hundertfache, nur die siebenzig- oder fünfzigfache Menge der Nährstoffe der Ernte enthält, so setzt das Gesetz von der Unbeweglichkeit derselben stets voraus, daß man, um die Ernte zu verdoppeln, die siebenzig- oder fünfzigfache Menge der Mineralbestandtheile der Ernte dem Felde zuführen muß. In der Praxis stellt sich die Sache anders, denn es giebt kein wirkliches Feld, welches, wie das angenommene, Phosphorsäure, Kali und Kieselerde gerade in dem relativen Verhältnisse, wie die Asche der Roggen- oder Weizenpflanze enthält. Die große Mehrzahl der Felder, welche fruchtbar für Halmgewächse sind, sind es auch für Kartoffeln, Klee oder Rüben, Pflanzen, welche viel mehr Kali als das Halmgewächs dem Boden entziehen.

Einem Roggenboden, welcher mehr wie 3900 Kilogramm Kali in der Hectare enthält, würde man demnach nicht 1300 Kilogramm Kali zusetzen müssen, um ihn in einen Weizenboden zu verwandeln, sondern im Verhältniß weniger.

Alle diese Beziehungen der Zusammensetzung des Bodens zu dessen Fruchtbarkeit sollen später ausführlicher betrachtet werden. Der Hauptschluß, den die obigen Zahlen ins Licht setzen sollen, ist die praktische Unausführbarkeit, durch Zufuhr der fehlenden Aschenbestandtheile einen Roggenboden in einen Weizenboden überzuführen, oder zu bewirken, daß ein Weizenfeld einen die Hälfte des Mittelertrages übersteigenden Mehrertrag liefert; wenn dies auch für ein kleines Versuchsfeld leicht ausführbar ist, so setzt der Preis der Phosphorsäure, des

Digitized by Google

Kalis oder auch der löslichen Kieselsäure und die Unmöglichkeit ihrer Beschaffung für eine erhebliche Anzahl von Feldern, auch wenn nur einer dieser Stoffe in einem gegebenen Felde in dem bezeichneten Verhältnisse vermehrt werden müßte, einer solchen Umwandlung oder Verbesserung eines Feldes ganz unüberwindliche Hindernisse entgegen.

Das Gesetz der Unbeweglichkeit der Nährstoffe im Boden erklärt die tausendjährigen Erfahrungen des Feldbaues, daß im großen Ganzen bei gleichen klimatischen Verhältnissen für jedes Feld sich nur gewisse Pflanzen eignen, und daß auf einem Boden eine Pflanze mit Vortheil nicht gebaut werden kann, wenn dessen Gehalt nicht im Verhältniß steht zu ihrem Bedarf an Nährstoffen.

Es ist in der Praxis völlig unausführbar, die Felder eines ganzen Landes durch Vermehrung der mineralischen Nahrungsmittel in der Art verbessern zu wollen, daß sie merklich höhere Erträge liefern, als ihrem natürlichen Gehalt an Nährstoffen entspricht.

Für ein jedes Feld besteht, entsprechend seinem Gehalt an Nährstoffen, ein reeller und ein ideeller Maximalertrag; unter den günstigsten cosmischen Bedingungen entspricht der reelle Maximalertrag dem Theil der ganzen Summe der Nährstoffe, der sich im wirkungsfähigen, d. h. im Zustande der physikalischen Bindung im Boden befindet, der ideelle ist der Maximalertrag, welcher möglicherweise erzielbar wäre, wenn der andere Theil der Summe der Nährstoffe, der sich in chemischer Bindung befindet, verbreitbar gemacht und in die wirkungsfähige Form übergeführt worden wäre.

Die Kunst des Landwirths besteht hiernach im Wesentlichen darin, daß er diejenigen Pflanzen auszuwählen weiß und in einer gewissen Ordnung einander folgen läßt, die sein

Digitized by Google

Feld ernähren kann, und daß er alle ihm zu Gebote stehenden Mittel auf seinem Felde in Anwendung bringt, wodurch die chemisch gebundenen Nährstoffe wirksam werden.

Die Leistungen der landwirthschaftlichen Praxis sind in diesen beiden Beziehungen bewundernswürdig, und sie bethätigen, daß die Erfolge, welche die Kunst erzielt hat, die der Wissenschaft bei weitem überragen müssen, und daß der Landwirth, indem er die Ursachen wirken läßt, welche die chemische und physikalische Beschaffenheit seines Bodens verbessern, mehr und günstigeren Einfluß auf die Erhöhung seiner Erträge ausüben kann, als durch Zufuhr an Nahrungsstoffen, denn was er in der Form von Düngmitteln zuführen kann, ohne seine Rente zu gefährden, ist gegen die Menge gehalten, die er in seinem fruchtbaren Boden besitzt, so klein, daß er gar nicht hoffen kann, den Ertrag seines Feldes damit zu steigern.

Was er durch Zufuhr an Dünger erzielt, ist im besten Falle der sehr wichtige Erfolg, daß seine Erträge dauernd bleiben, und wenn sie thatsächlich steigen, so beruht der Grund der Steigerung weniger in der Vermehrung der Menge der vorhandenen Nährstoffe, als in ihrer Verbreitung und darin, daß gewisse Mengen wirkungsloser Nährstoffe wirkungsfähig werden.

Um ein Weizenfeld, welches einen Mittelertrag von sechs Körnern liefert, durch Vermehrung der zur Samenbildung nöthigen Phosphorsäure zu befähigen, zwei Körner mehr zu erzeugen, müßte man in dem Felde die ganze Summe der vorhandenen zur Samenbildung dienenden Phosphorsäure um $^1/_3$ vermehren, denn von der ganzen Menge, die man giebt, kommt immer nur ein kleiner Bruchtheil mit den Pflanzenwurzeln in Berührung, und damit diese $^1/_3$ mehr aufnehmen können, ist es unerläßlich nöthig, allerorts im Boden die

Digitized by Google

Phosphorsäure um $^1/_3$ zu vermehren. Diese Betrachtung erklärt die Erfahrung in der Praxis, daß man, um eine bemerkliche Wirkung auf die Erträge durch einen Düngstoff hervorzubringen, eine scheinbar so ganz außer allem Verhältniß zu der Zunahme stehenden Menge desselben zugeführt werden muß.

Vor Allem günstig wirkt die Zufuhr eines Düngmittels auf ein Feld ein, wenn durch dieselbe ein richtigeres Verhältniß in der Bodennahrung hergestellt wird, weil von diesem Verhältnisse die Erträge abhängig sind. Es bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung, um einzusehen, daß, wenn ein Weizenboden genau soviel Phosphorsäure und Kali enthält, um einer vollen Weizenernte den ihr zukommenden Bedarf an beiden Stoffen abgeben zu können, aber nicht mehr, für jeden Gewichtstheil Phosphorsäure mithin zwei Gewichtstheile Kali, daß die Vermehrung des Kaligehaltes um die Hälfte oder um das Doppelte nicht den allergeringsten Einfluß auf den Kornertrag ausüben kann. Die Weizenpflanze bedarf zu ihrer vollen Entwickelung eines gewissen Verhältnisses von beiden Nahrungsstoffen, und jede Vermehrung eines einzelnen über dieses Verhältniß hinaus macht die anderen nicht wirksamer, weil der zugeführte für sich keine Wirkung ausübt.

Die Vermehrung der Phosphorsäure allein hat eben so wenig Einfluß auf die Steigerung des Ertrages, als die des Kalis allein; dieses Gesetz hat für jeden Nährstoff, das Kali, die Bittererde oder Kieselsäure gleiche Gültigkeit; ihre Zufuhr über das Aufnahmsvermögen oder das Bedürfniß der Weizenpflanze hinaus übt auf deren Wachsthum keine Wirkung aus. Die relativen Verhältnisse der Mineralsubstanzen, welche die Pflanzen dem Boden entnehmen, sind leicht durch die Analysen der Aschen der geernteten Früchte bestimmbar; nach diesen em-

Digitized by Google

pflanzen Weizen, Kartoffeln, Hafer, Klee folgende Verhältnisse an Phosphorsäure, Kali, Kalk und Bittererde und Kieselsäure:

	Phosphorsäure		Kali		Kalk und Bittererde		Kieselsäure
Weizen . { Korn / Stroh }	1	:	2	:	0,7	:	5,7
Kartoffeln (Knollen)	1	:	3,2	:	0,48	:	0,4
Hafer . . { Korn / Stroh }	1	:	2,1	:	1,03	:	5,0
Klee	1	:	2,6	:	4,0	:	1
Mittel	1	:	2,5	:	1,5	:	3

Wenn man sich ein Feld denkt, auf welchem man in vier Jahren nach einander Weizen, Kartoffeln, Hafer und Klee gebaut hat, so nimmt eine jede Pflanze das ihr entsprechende Verhältniß von diesen Nährstoffen auf und man erhält in der Summe, dividirt durch die vier Jahre, das mittlere relative Verhältniß aller Nährstoffe, welche der Boden verloren hat. Wenn man in der Formel:

Phosphors.		Kali		Kalk u. Bittererde		Kieselsäure
n (1,0	:	2,5	:	1,5	:	3,0)

den Werth von n bestimmt, mit welchem hier die Anzahl der Kilogramm Phosphorsäure bezeichnet werden soll, welche die vier Ernten vom Boden empfangen haben, so ergiebt die Weizenernte 26 Kilogramm Phosphorsäure, die Kartoffelernte 25 Kilogramm, die Haferernte 27 Kilogramm und die Kleeernte 36 Kilogramm, zusammen 114 Kilogramm. Multiplicirt man mit dieser Zahl die obigen Verhältnißzahlen, so erhält man die ganze dem Boden in den vier Ernten entzogene Quantität aller Nährstoffe.

An diese Verhältnißzahlen lassen sich jetzt leichter wie zuvor einige nähere Erläuterungen knüpfen.

Nehmen wir einen Boden an, in welchem die für die

Digitized by Google

vier bezeichneten Ernten nöthige Phosphorsäure sowie Kali, Kalk und Bittererde in aufnehmbarem Zustande zugegen seien, während es an der richtigen Menge Kieselsäure mangele; auf 1 Gewichtstheil Phosphorsäure seien nur $2^1/_2$ Gewichtstheile Kieselsäure assimilirbar vorhanden, so muß sich dieser Mangel zunächst in der Ernte der Halmfrüchte bemerklich machen, die Kartoffel- und Kleeernte werden hingegen nicht im mindesten beeinträchtigt werden; von der Witterung wird es abhängig sein, ob der Ausfall der Halmfrucht sich auf Korn und Stroh zugleich, oder nur auf den Strohertrag erstreckt. Ein Mangel an Kali im Verhältniß zu allen anderen wird kaum einen Einfluß auf den Weizen und Hafer haben, aber die Kartoffelernte wird kleiner ausfallen; in gleicher Weise wird ein Mangel an Kalk und Bittererde eine geringere Kleeernte nach sich ziehen.

Wenn der Boden $^1/_{10}$ mehr Kali, Kalk, Bittererde und Kieselsäure abgeben konnte, als dem gegebenen Verhältniß der Phosphorsäure entspricht:

	Phosphors.		Kali	Kalk u. Bittererde		Kieselsäure
anstatt also	1	:	2,5	: 1,5	:	3
soll der Boden abgeben können	1	:	2,75	: 1,65	:	3,3

so werden die Ernten nicht höher ausfallen wie vorher; wenn aber in einem solchen Felde die Phosphorsäure vermehrt wird, so werden die Erträge steigen, bis zwischen den anderen Nahrungsstoffen und der Phosphorsäure das richtige Verhältniß hergestellt ist; die Zufuhr von Phosphorsäure bewirkt in diesem Falle, daß man mehr Kali, Kalk und Kieselsäure erntet; führt man mehr als ein Zehntel der vorhandenen Menge Phosphorsäure zu, so ist der Ueberschuß wirkungslos. Ein jedes Pfund, ja ein jedes zugeführte Loth Phosphorsäure empfängt in diesem Fall bis zur bezeichneten Grenze eine ganz bestimmte Wirkung.

Fehlt es zur Herstellung des richtigen Verhältnisses der

Digitized by Google

Bodennahrungsstoffe nur an Kali oder Kalk, so wird die Zufuhr von Asche oder Kalk die Erträge aller Früchte steigen machen, und tritt dann der Fall ein, wo man durch Zufuhr von Kalk mehr Phosphorsäure und Kali in den mehrerzielten Früchten erntet.

Die Erscheinung, daß ein Boden keine lohnende Ernte von einer Halmfrucht liefert, während er fruchtbar bleibt für andere Gewächse, welche wie Kartoffeln, Klee oder Rüben eben so viel Phosphorsäure, Kali, Kalk als die Halmfrucht bedürfen, setzt voraus, daß in demselben an diesen Nährstoffen ein gewisser Ueberschuß vorhanden und an Kieselsäure Mangel war, und wenn er nach zwei oder drei Jahren, während welcher Zeit andere Früchte auf demselben Boden gebaut worden sind, wieder fruchtbar wird für die Kornpflanze, so kann dies nur geschehen sein, weil in demselben sich gleichfalls ein Ueberschuß von Kieselsäure befand, aber ungleich vertheilt und verbreitet, der sich während der Brachzeit von den Orten aus, wo sich dieser Ueberschuß befand, nach den Stellen hin, wo ein Mangel eingetreten war, verbreitete, so daß sich beim Beginn der darauf folgenden Culturzeit an allen diesen Orten das richtige Verhältniß aller dem Halmgewächs nöthigen Nährstoffe wieder vorfand.

Auf einem ähnlichen Grunde beruht es, wenn Erbsen oder Klee nur in gewissen Zwischenräumen auf einem gegebenen Felde auf einander folgen können, und es zeigt die Erfahrung, daß eine geschickte und fleißige mechanische Bearbeitung des Feldes für die Verkürzung dieser Zwischenräume in der Regel wirksamer ist, als die Düngung; ein Beweis, daß es in solchen Fällen nicht an der Quantität im ganzen Felde, sondern an der richtigen Menge der Nährstoffe in allen Theilen des Feldes gefehlt hat.

Digitized by Google

Verhalten des Bodens zu den Nährstoffen der Pflanzen in der Düngung.

Mit Dünger oder Düngstoffen bezeichnet man gewöhnlich alle Materien, welche, auf die Felder gebracht, die Erträge an Pflanzenmasse in einer nachfolgenden Cultur erhöhen, oder welche ein durch Cultur erschöpftes Feld wieder in den Stand setzen, lohnende Ernten zu liefern.

Die Düngmittel wirken theils direct als Nährstoffe, theils dadurch, daß sie, wie Kochsalz, Chilisalpeter, Ammoniaksalze, die Wirkung der mechanischen Bearbeitung verstärken und häufig einen eben so günstigen Einfluß als die Vermehrung der Nährstoffe im Boden ausüben können.

Bei den beiden letztgenannten Stoffen, von denen der Chilisalpeter in der Salpetersäure und die Ammoniaksalze in dem Ammoniak einen Nährstoff enthalten, ist es mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, in den einzelnen Fällen zu unterscheiden, ob sie durch den nahrungsfähigen Bestandtheil oder dadurch gewirkt haben, daß sie die Aufnahme anderer Nährstoffe vermittelten.

In einem fruchtbaren Boden steht die mechanische Bearbeitung und Düngung in einer bestimmten Beziehung zu einander. Wenn nach einer reichen Ernte das Feld durch die

Digitized by Google

mechanische Bearbeitung allein, geschickt gemacht wird, eine gleich reiche Ernte im darauf folgenden Jahre zu liefern, wenn also die mechanischen Mittel ausreichen, um den Vorrath an Nährstoffen so gleichmäßig zu verbreiten, daß die Pflanzen der darauf folgenden Cultur eben so viel allerorts im Boden vorfinden, wie in der vorangegangenen, so würde die weitere Zufuhr von Nährstoffen durch Düngung eine Verschwendung sein. Wenn aber das Feld eine solche Beschaffenheit nicht besitzt, so muß, um seine ursprüngliche Ertragsfähigkeit wieder herzustellen, durch den Dünger ersetzt werden, was ihm fehlt. Die mechanische Bearbeitung und der Dünger ergänzen sich also in gewissem Sinne gegenseitig.

Wenn von zwei gleichen Feldern das eine gut, das andere schlecht bearbeitet worden ist und beide auf ganz gleiche Weise gedüngt worden sind, so liefert das gut bearbeitete einen höhern Ertrag, d. h. der zugeführte Dünger wirkt scheinbar besser als auf dem schlecht bearbeiteten.

Von zwei Landwirthen, von denen der eine sein Feld besser kennt und zweckmäßiger baut, als der andere, wird der erstere mit weniger Dünger in einer gegebenen Zeit eben so hohe Ernten oder mit derselben Menge Dünger höhere Ernten erzielen, als der andere.

Alle diese Dinge sollten bei der Beurtheilung des Werthes der Düngmittel in Betracht gezogen werden, da aber die Wissenschaft kein Maß besitzt, um den Einfluß der mechanischen Bearbeitung zu schätzen, so kann derselbe hier nicht berücksichtigt werden, sondern wir müssen uns an das halten, was wissenschaftlich meßbar und vergleichbar ist.

Von zwei Feldern, welche gleich reich an Nährstoffen sind, wird das eine durch die mechanische Bearbeitung allein oder durch diese unterstützt durch Düngung häufig weit früher in

Digitized by Google

den Stand gesetzt, eine Aufeinanderfolge von lohnenden Ernten von Halm- oder anderen Gewächsen zu liefern, als das andere.

Auf leichtem Sandboden wirken alle Arten von Dünger rascher und bemerklicher, als auf Thonboden; der Sandboden ist dankbarer, wie man sagt, gegen die Düngung, er giebt in höherem Maße in den Früchten wieder von dem was er empfangen hat, als andere Bodensorten. Die stickstoffhaltigen Düngmittel, wie Wolle, Hornspäne, Borsten und Blut, von denen wir mit Bestimmtheit wissen, daß sie durch Ammoniakbildung wirken, üben in einer großen Anzahl von Fällen einen weit günstigeren Einfluß auf viele Früchte aus, als das Ammoniak selbst; in anderen Fällen wirkt Knochenmehl besser auf die nachfolgenden Früchte, als das Kalksuperphosphat, und Asche besser, als wenn man dem Felde die in der Asche enthaltene gleiche Menge Kali giebt.

Alle diese Erscheinungen stehen in engster Verbindung mit dem Vermögen der Ackererde, Phosphorsäure, Ammoniak, Kali und Kieselsäure aus ihren Auflösungen an sich zu ziehen oder zu absorbiren. Die Wiederherstellung der Ertragsfähigkeit eines erschöpften Feldes durch die mechanische Bearbeitung und Brache allein, ohne Düngung, setzt nothwendig voraus, daß sich an gewissen Orten des Feldes ein Ueberschuß von Nährstoffen befand, der ringsum in der Erde nach anderen Stellen hin sich verbreitete, in welchen ein Mangel eingetreten war.

Zu dieser Verbreitung gehört eine gewisse Zeit. Der Ueberschuß von Nährstoffen muß zunächst gelöst werden, um sich nach den Orten hinbewegen zu können, die durch eine vorangegangene Ernte an Nährstoffen verloren haben. Je näher die Orte des Ueberschusses an einander liegen, je kürzer der Weg ist, den die Nährstoffe zurückzulegen haben, und je geringer das Absorptionsvermögen der dazwischen liegenden Erd-

Digitized by Google

theilchen für diese Nährstoffe ist, desto rascher wird das Ertragsvermögen des Bodens wieder hergestellt werden.

Jede Ackererde besitzt für Kali und die genannten Stoffe ein bestimmtes Absorptionsvermögen, welches sich durch die Anzahl von Milligrammen, welche 1 Kubikdecimeter = 1000 Kubikcentimeter Erde absorbirt, ausdrücken läßt.

So absorbirte z. B.:

1 Kubikdecimeter	eines Kalkbodens aus Cuba .	1360	Milligramme	Kali
1 „	Bogenhauser Lehmerde . . .	2260	„	„
1 „	Erde aus Weihenstephan . .	2601	„	„
1 „	Erde aus Ungarn	3377	„	„
1 „	Münchener Gartenerde . . .	2344	„	„

Diese Unterschiede im Absorptionsvermögen sind, wie man leicht bemerkt, sehr beträchtlich; ein Volum Erde aus Weihenstephan absorbirt beinahe doppelt so viel Kali, als ein gleiches Volum Havannaherde; die untersuchte ungarische Erde nahe $2^1/_2$ mal so viel.

Diese Zahlen geben zu erkennen, daß eine gewisse Menge Kali, sagen wir 2600 Milligramme, dem Weihenstephaner Boden zugeführt, sich in dem Raum von 1 Kubikdecimeter Erde verbreiten wird; hätten wir das Kali in einer Lösung auf ein Stückchen Feld von 1 Quadratdecimeter aufgegossen, so wird das Kali 1 Decimeter tief, aber nicht tiefer dringen, jeder Kubikcentimeter würde 2,6 Milligramme, aber die Schichten unterhalb würden kein Kali oder keine bemerkliche Menge empfangen.

Wenn wir dieselbe Lösung auf eine gleiche Fläche ungarischer Erde oder Havannahboden aufgegossen hätten, so würde das durchfiltrirende Kali bei der ungarischen Erde nur bis zu einer Tiefe von etwas über 7 Centimeter und bei der andern auf 19 Centimeter Tiefe dringen.

Digitized by Google

Die Verbreitbarkeit des Kalis in einem Boden verhält sich umgekehrt wie sein Absorptionsvermögen, das halbe Absorptionsvermögen entspricht der doppelten Verbreitbarkeit. In ähnlicher Weise wird sich das Kali, während der Brachzeit, in einem Felde verbreiten. Von der Stelle aus, wo es aus einem Silicate durch Verwitterung frei wird, wird es ringsum ein um so größeres Volum Erde mit Kali versehen, je geringer das Absorptionsvermögen derselben für das Kali ist.

Das Absorptionsvermögen der Ackererde für Kieselsäure ist ebenso ungleich, wie für das Kali.

Aus einer Lösung von kieselsaurem Kali absorbirte 1 Kubikdecimeter der folgenden Erden Kieselsäure:

Walderde	Ungarische Erde	Gartenerde I.	Bogenhauser Erde	Gartenerde II.
15	2644	2425	2007	1085 Milligr.

Es ergiebt sich hieraus für die relative Verbreitbarkeit der Kieselsäure in diesen Bodensorten folgendes Verhältniß:

Ungarische Erde	Gartenerde I.	Bogenhauser Erde	Gartenerde II.	Walderde
1,0	1,09	1,31	2,43	176

Die nämliche Menge Kieselsäure, die sich in 1000 Kubikcentimeter ungarischer Erde verbreiten und diese sättigen würde, würde 1311 Kubikcentimeter Bogenhauser Lehmerde, 2430 Kubikcentimeter Gartenerde II. und 17600 Kubikcentimeter Walderde mit einem Maximum von Kieselsäure versehen.

Das reine Ammoniak sowohl wie das Ammoniak in Ammoniaksalzen wird von der Ackererde in ganz ähnlicher Weise wie das Kali absorbirt, und zwar nimmt 1 Kilogramm der folgenden Erden an Ammoniak auf:

Havannah-Erde	Schleißheimer Erde	Gartenerde	Bogenhauser Erde
5520	3900	3240	2600 Milligramme,

woraus sich für die Verbreitbarkeit des Ammoniaks ergiebt:

Havannah-Erde	Schleißheimer Erde	Gartenerde	Bogenhauser Erde
1,0	1,24	1,50	2,12

Digitized by Google

Ganz auf dieselbe Weise läßt sich das Absorptionsvermögen der Ackererden für phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Bittererde und phosphorsaures Bittererde-Ammoniak bestimmen und die relative Verbreitbarkeit derselben in verschiedene Bodensorten durch eine Zahl ausdrücken.

Unter Absorptionszahl wird in dem Folgenden die Menge der verschiedenen Nährstoffe in Milligrammen bezeichnet, welche ein Kubikdecimeter Erde ihren Lösungen entzieht.

Es ist für die Beurtheilung der Beschaffenheit des Feldes, für die Wirkung der Düngmittel, welche man demselben zuführt, und die Tiefe, bis zu welcher die verschiedenen Nährstoffe in den Boden dringen, von Werth, das Absorptionsverhältniß des Bodens für jeden derselben festzustellen, so z. B. absorbirt 1 Kubikdecimeter Bogenhauser Lehmboden:

	Ammoniak	Phosphorsaures Bittererde-Ammoniak	Kali	Phosphors. Kalk
Milligramme	2600	2565	2366	1098
Die Verbreitbarkeit ist	1,0	1,01	1,10	2,36

Die zweite Reihe dieser Zahlen drückt also aus, daß, wenn ein Gewicht Ammoniak auf seinem Wege durch die Erde eine Tiefe von 10 Centimeter erreicht, so dringt die gleiche Menge Kali 11 Centimeter, eine gleiche Menge phosphorsaurer Kalk 23,6 Centimeter tief ein.

Wenn wir uns in einer Erde, welche, wie die Bogenhauser, pro Kubikcentimeter 1,098 Milligramme gelösten phosphorsauren Kalk absorbirt, Körnchen von phosphorsaurem Kalk zerstreut denken und uns vorstellen, daß an einem Orte im Boden eins von diesen Körnchen im Gewicht von 22 Milligramme ($^1/_3$ Gran) während dem Verlauf einer gewissen Zeit in kohlensaurem Wasser löslich werde und sich in der umgebenden Erde verbreite, so wird sich die Erde rings um das Körnchen

Digitized by Google

zuerst mit phosphorsaurem Kalk sättigen, und da die Kohlensäure im Wasser bleibt und ihr Lösungsvermögen fortdauert, so wird sich eine neue Lösung bilden, welche einem weiteren Umkreise von Erde phosphorsauren Kalk zur Absorption darbietet, und es werden zuletzt die 22 Milligramme phosphorsaurer Kalk, wenn sie gänzlich in der umgebenden Erde sich verbreitet haben, 20 Kubikcentimeter Erde mit dem Maximum von diesem Nahrungsstoffe in der zur Aufnahme günstigsten Form versehen. Die Raschheit der Auflösung und Verbreitung des phosphorsauren Kalks ist abhängig von dessen Oberfläche und es muß, wenn wir uns das Körnchen in ein feines Pulver verwandelt denken, in eben dem Verhältniß, als sich der auflösenden Kohlensäure in derselben Zeit mehr auflösbare Theilchen darbieten, eine an phosphorsaurem Kalk reichere Lösung bilden. Denken wir uns, daß in einem gewissen Zustande von größerer Zertheilung sich in derselben Zeit doppelt oder dreimal so viel auflöst, so ist damit die Bedingung gegeben, daß die Verbreitung unter günstigen Verhältnissen in dem halben oder dritten Theile der Zeit erfolgt, als ohne die Zertheilung.

Man versteht hiernach, wenn die Wiederherstellung der Ertragsfähigkeit eines Bodens in der Brache oder durch Düngung in einem gegebenen Falle darauf beruht, daß die durch die Wurzeln an Phosphorsäure erschöpfte Erde von den umgebenden Erdtheilchen die mangelnde Phosphorsäure wieder empfangen müsse, daß die hierzu nöthige Zeit bei gleichem Gehalte an phosphorsaurer Erde im Verhältniß zu der Zertheilung verkürzt wird.

Es ist ferner ersichtlich, daß durch die Düngung mit Strohmist, welcher kieselsaures Kali nach seiner Verwesung hinterläßt und während seiner Verwesung Kohlensäure entwickelt,

Digitized by Google

welche durch ihre Einwirkung auf die Silicate Kieselsäure freimacht, die Verbreitung der Kieselsäure erhöht werden muß, weil die organischen Materien keine Kieselsäure absorbiren und der Erde beigemischt das Absorptionsvermögen derselben verringern müssen. Die obenangeführte Walderde absorbirt nur äußerst kleine Mengen Kieselsäure aus ihren alkalischen Lösungen und man versteht, daß ihre Beimischung zur ungarischen Ackererde bewirken würde, daß die in Folge der Verwitterung frei gewordene Kieselsäure sich in einem größeren Volum Erde verbreitet.

Mit der Menge der verbrennlichen Substanzen im Boden nimmt übrigens nicht in gleichem Verhältnisse das Absorptionsvermögen derselben für Kieselsäure bei allen Erden ab. So enthält die obenerwähnte ungarische Erde mehr (9,8 Procent) verbrennliche Substanz als die Bogenhauser Lehmerde (8,7 Proc.), und ihr Absorptionsvermögen für Kieselsäure ist darum nicht kleiner, sondern vielmehr größer als das der Bogenhauser Erde. Es geht hieraus hervor, daß auf das Absorptionsvermögen des Bodens und damit auf die Verbreitbarkeit der Kieselsäure noch andere Umstände Einfluß ausüben. Wenn ein Boden an sich reich an Kieselsäurehydrat ist, so wird er in allen Fällen weniger Kieselsäure absorbiren, als ein anderer an Kieselsäure armer, auch wenn dieser letztere viel mehr organische Substanzen enthält.

Die Absorptionszahlen zweier Ackererden geben keinen Anhaltspunkt ab für die Beurtheilung der Güte des Bodens oder seines Gehaltes an Nährstoffen, sondern sie sagen uns nur, daß die Nährstoffe der Pflanzen in der einen Erde sich über gewisse Orte weiter hinaus, als in der anderen bewegen, daß der eine Boden ihrer Weiterbewegung ein größeres Hinderniß als der andere entgegensetzt. Der Landwirth erfährt,

Digitized by Google

indem er die Stärke dieses Hindernisses kennen lernt, ob es einen schädlichen oder nützlichen Einfluß auf die Bebauung seiner Felder ausübt, und führt ihn zum Verständniß der Mittel, um den schädlichen zu beseitigen und den nützlichen zu verstärken.

Wenn man einen fruchtbaren Sandboden mit einem gleich fruchtbaren Lehm- oder Mergelboden in Beziehung auf ihren Gehalt an Nährstoffen vergleicht, so wird man mit Erstaunen gewahr, daß der erstere mit dem halben, vielleicht dem vierten Theil der Summe von Nährstoffen, welche der Lehmboden enthält, ebenso reiche Ernten wie dieser liefert. Um dieses Verhältniß richtig zu verstehen, muß man sich erinnern, daß es für die Ernährung eines Gewächses weniger auf die Masse als auf die Form der Nahrung in dem Boden ankommt, so wie z. B. 1 Loth Kohle in der Knochenkohle eine ebenso große wirkungsfähige Oberfläche darbietet, als 1 Pfund Kohle in der Holzkohle. Wenn die kleinere Menge Nährstoffe in dem Sandboden eine ebenso große aufnahmsfähige Oberfläche darbietet als die größere Masse derselben im Lehmboden, so müssen die Pflanzen in dem ersteren ebenso gut gedeihen als auf dem anderen.

Wenn ein Kubikdecimeter einer fruchtbaren Lehmerde mit 9 Kubikdecimeter Kieselsand gemischt wird, so daß ein jedes Sandtheilchen umgeben ist mit Lehmtheilchen, so werden in dem gemischten Boden ebenso viel Wurzelfasern und Lehmtheile in Berührung kommen können als in dem gleichen Volum des ungemischten, und wenn alle Lehmtheilchen gleichviel Nahrung abzugeben vermögen, so wird eine Pflanze aus dem gemischten Boden ebenso viel empfangen, als von dem ungemischten, obwohl dieser im Ganzen zehnmal reicher ist. (Siehe S. 382.)

Aller fruchtbare Sandboden besteht aus Mischungen von

Digitized by Google

Sand mit mehr oder weniger Thon oder Lehm, und da der Kieselsand ein sehr geringes Absorptionsvermögen für Kali und die anderen Pflanzennahrungsstoffe besitzt, so verbreiten sich die zugeführten, löslich gewordenen Düngerbestandtheile rascher und dringen tiefer in den Sandboden ein; er giebt auch verhältnißmäßig mehr davon zurück als jeder andere Boden. In vielen Fällen kann darum der steife Lehmboden durch Sand verbessert werden, so wie die Beimischung des Lehms zum Sandboden bewirkt, daß die im Dünger zugeführten Nährstoffe der Oberfläche näher bleiben oder in der Ackerkrume fester gehalten werden.

Wenn der Sandboden in den Ernten im Verhältniß zu dem, was er enthält, mehr Nahrungsstoffe abgiebt als ein fruchtbarer Lehmboden, so ist die Folge eine raschere Erschöpfung; seine Ertragsfähigkeit hält nicht lange an und kann nur durch häufige Zufuhr der entzogenen Bestandtheile durch Düngung erhalten werden; in eben dem Grade, als der Dünger darauf günstiger wirkt, nimmt die Wirkung der mechanischen Bearbeitung auf die Wiederherstellung des Ertragsvermögens ab.

Die nämlichen Ursachen, welche dem erschöpften Lehmboden einen großen Theil seines verlorenen Ertragsvermögens wiedergeben, wenn er einfach mit dem Pfluge gehörig bearbeitet wird, sind auch im Sandboden thätig, allein sie bringen keine oder nur eine geringe Wirkung hervor, weil es im Sandboden an den Stoffen fehlt, welche dadurch wirkungsfähig gemacht werden.

Da die Oberfläche einer Hectare gleich einer Million Quadratdecimeter ist, so drücken die Absorptionszahlen die Anzahl der Kilogramme Kali, Phosphorsäure und Kieselerde aus, welche auf das Feld gebracht, von der Oberfläche abwärts, sich auf eine Tiefe von 10 Centimeter (etwa 4 Zoll) verbreiten

Digitized by Google

würden. Völker, Heuneberg und Stohmann haben die Beobachtung gemacht, daß von den Erden, deren Absorptionszahl für Ammoniak sie bestimmten, aus einer concentrirteren Lösung von Ammoniak oder Ammoniaksalzen eine größere Quantität von der Erde zurückgehalten wurde als von einer verdünnten, woraus sich von selbst ergiebt, daß sich Wasser und Erde in das Ammoniak theilen, und daß aus einer mit Ammoniak vollkommen gesättigten Erde reines Wasser eine gewisse Menge Ammoniak entziehen muß, ähnlich wie die Kohle den Farbstoff einer schwach gefärbten Flüssigkeit ganz vollständig, einer stärker gefärbten hingegen weit mehr entzieht, wovon aber ein Theil schwächer gebunden ist und durch Wasser entzogen werden kann.

In den Versuchen von Völker ließ sich einer mit Ammoniak gesättigten Erde die Hälfte desselben durch Behandlung mit sehr viel Wasser entziehen; die andere hielt die Erde zurück.

Erden, welche viel verwesende vegetabilische Stoffe enthalten, absorbiren mehr Ammoniak als daran arme und halten es stärker zurück. Auch wenn man annimmt, daß zur vollständigen Zurückhaltung des durch die Absorptionszahl bezeichneten Ammoniaks anstatt eines, zwei Kubikdecimeter Erde erforderlich sind, so sieht man ein, daß die üblichen Düngungen mit einem ammoniakreichen Düngmittel, mit Guano oder mit Ammoniaksalzen die Erde nur bis zu einer sehr geringen Tiefe mit diesem Nährstoff bereichern.

Um eine Hectare Bogenhauser Lehmerde von der Oberfläche abwärts einen Decimeter tief ganz oder zwei Decimeter tief halb mit Ammoniak zu sättigen, müßte man 2600 Kilogramm oder 52 Centner reines Ammoniak oder 200 Centner schwefelsaures Ammoniak zuführen.

Durch eine Düngung von 800 Kilogramm Guano mit

Digitized by Google

10 Procent Ammoniak führt man der Hectare Bogenhäuser Feld 80 Kilogramm Ammoniak, etwas mehr als den dreißigsten Theil der Menge zu, die man zur halben Sättigung auf 20 Centimeter Tiefe bedarf; ohne den Pflug und die Egge würde die ganze im Guano gegebene Ammoniakmenge nicht tiefer im besten Falle als sieben Millimeter eindringen. Die Pflanzen bedürfen aber zu ihrem gedeihlichen Wachsthum einer mit Nährstoffen gesättigten Erde nicht, wie denn die angeführten Absorptionszahlen zeigen, wie weit entfernt die Ackererden von dem Zustande der Sättigung sind; zu ihrer vollen Ernährung ist es allein erforderlich, daß die Wurzeln der Pflanzen abwärts im Boden mit einer gewissen Menge gesättigter Erde in Berührung kommen, und es hat die mechanische Bearbeitung des Feldes den wichtigen Zweck, die mit einem Nährstoff gesättigten Erdtheile an die Orte der anderen zu bringen oder damit zu mengen, welche durch eine vorangegangene Cultur ärmer an Nährstoffen geworden sind.

Der Mittelertrag einer Hectare Weizen (2000 Kilogramm Korn und 5000 Kilogramm Stroh), enthält 52 Millionen Milligramme Kali, 26 Millionen Milligramme Phosphorsäure, ferner 54 Millionen Milligramme Stickstoff. Nimmt man an, daß der Stickstoff vom Boden geliefert wurde, so empfangen die auf einem Quadratmeter wachsenden Weizenpflanzen den zehntausendsten Theil des Kalis, der Phosphorsäure und des Stickstoffs, oder zusammen 13200 Milligramme. Nimmt man 100 Pflanzen auf den Quadratmeter an, so nimmt eine jede 132 Milligramme dieser Bestandtheile aus dem Boden auf oder 54 Milligramme Stickstoff = 65 Milligramme Ammoniak, 52 Milligramme Kali, 26 Milligramme Phosphorsäure.

Ein jeder Kubikcentimeter Bogenhauser Lehmboden absorbirt bis zur Sättigung 2,6 Milligramme Ammoniak, 2,3 Milli-

Digitized by Google

gramme Kali und 0,5 Milligramme Phosphorsäure, und wir würden demnach durch die Zufuhr von 25 Kubikcentimetern der gesättigten Erde und 25 Milligramme phosphorsauren Kalk zu jedem Quadratdecimeter Feld die genannten Nährstoffe, welche die Weizenpflanze dem Boden genommen hat, in ausreichender Menge wieder ersetzen können; auf einen Quadratdecimeter Fläche und eine Tiefe von 20 Centimetern gerechnet machen die 25 Centimeter den achtzigsten Theil der Erdmasse aus.

Die früher beschriebenen Versuche der Herren Naegeli und Zoeller geben ein gutes Beispiel für eine solche Düngung ab. Der Dünger bestand aus Torf, der mit Nährstoffen theilweise gesättigt war, und der mit 3 Vol. beinahe völlig unfruchtbaren Torf vermischt, einen Boden herstellte von derselben Fruchtbarkeit wie eine gute Gartenerde.

Eine solche Zufuhr von mit Nährstoffen gesättigter Erde findet in der Regel nicht statt, aber die Düngung selbst geht genau in der angenommenen Weise vor sich. Man überfährt das Feld mit flüssigen oder festen Düngstoffen, welche Nährstoffe enthalten, die sich sogleich, wenn sie sich in Lösung befinden, oder nach und nach, wenn sie eine gewisse Zeit zur Lösung brauchen, mit den Erdtheilen, mit denen sie in Berührung sind, sich verbinden und diese sättigen, und es ist eigentlich diese mit Düngstoffen an der äußersten Oberfläche oder an inneren Stellen gesättigte Erde, mit welcher der Landwirth düngt, d. h. mit welcher er die entzogenen Nährstoffe ersetzt.

Die Erfahrung hat den Landwirth gelehrt, an welchen Orten im Boden die Bereicherung desselben mit Nährstoffen ihm oder vielmehr seinen Pflanzen am nützlichsten ist, und es ist im höchsten Grade merkwürdig, wie er der Natur der zu erzielenden Pflanzen und des Bodens und der Entwickelungs-

Digitized by Google

periode der Pflanzen entsprechend die richtige Art der Düngung, das mehr oder weniger tiefe Unterpflügen oder bloße Aufstreuen des Düngers herausgefunden hat (Journ. of the Royal Agric. Soc. of England. T. 21, p. 330).

Die Erfolge des Landwirths würden in diesen Beziehungen noch größer sein, wenn die Nährstoffe in dem zur Hauptanwendung kommenden Düngmittel, worunter hier der Stallmist gemeint ist, gleichförmiger gemischt und verbreitet wären, weil dies eine gleichförmigere Vertheilung derselben in der Erde gestatten würde.

Der Stallmist ist eine sehr ungleichförmige Mischung von verwesendem Stroh und Pflanzenüberresten mit festen Thierexcrementen, welche letztere im Ganzen die kleinere Masse ausmachen; er ist getränkt mit Flüssigkeiten, welche Ammoniak und Kali in Lösung enthalten. Wenn man von hundert Stellen aus einem Misthaufen hundert Proben zu ebenso vielen Analysen nimmt, so liefert jede ein anderes Verhältniß von Nährstoffen, und es liegt auf der Hand, daß durch die Mistdüngung kaum eine Stelle im Boden die nämliche Menge von Nährstoffen wie eine andere empfängt.

Der Platz, auf welchem ein Misthaufen auf einem Felde im Regen lag, giebt sich während der ganzen Dauer einer Vegetationsperiode und oft noch im zweiten Jahre durch einen üppigeren Pflanzenwuchs, namentlich bei Halmpflanzen, zu erkennen, ohne daß die darauf wachsenden Pflanzen immer einen bemerklich höheren Kornertrag liefern. Wenn das Kali und Ammoniak, was diese eine Stelle mehr empfing, als die Pflanze zur Kornbildung nöthig hatte, mehr verbreitet und den anderen Pflanzen an anderen Orten zugänglich gewesen wäre, so würden sie beigetragen haben, den Kornertrag derselben zu erhöhen, während die Anhäufung des Ueberschusses an dem einen

Digitized by Google

Orte nur den Strohertrag vermehrte. Die ungleiche Vertheilung der anderen Bestandtheile des Stallmistes im Boden hat eine ähnliche Ungleichheit in der Entwickelung der Theile des Halmgewächses zur Folge. Auf einem ideellen Felde, in welchem die Nährstoffe vollkommen gleichförmig verbreitet und den Wurzeln zugänglich sind, sollten bei Gleichheit aller anderen Bedingungen alle darauf wachsenden Halmpflanzen eine gleiche Höhe haben und jede Aehre dieselbe Anzahl und dasselbe Gewicht Körner liefern.

In dem kurzen, verrotteten Stalldünger sind die Nährstoffe weit gleichförmiger als in dem frischen Strohmiste verbreitet, und eine noch gleichförmigere Verbreitung erzielt der Landwirth, wenn er den Mist mit Erde geschichtet oder gemischt zu dem sogenannten Compost verwesen läßt. Da der Mist sowie alle Düngmittel nur durch die Erdtheile wirken, die sich mit den im Miste enthaltenen Nährstoffen gesättigt haben, so ist es unter gewissen Umständen für den Landwirth vortheilhaft, mit dessen Hülfe eine solche gesättigte Erde zu bereiten und damit zu düngen, dieses kann natürlich auf dem Felde selbst geschehen. Nimmt man nach den werthvollen Untersuchungen von Völker in einem Kubikmeter Stalldünger (= 500 Kilogramm oder 1000 Pfund) an, 660 Pfund Wasser, 6 Pfund Kali und 12 Pfund Ammoniak, so würde dieser mit einem Kubikmeter Erde gemischt, von welcher 1 Kubikdecimeter 3000 Milligramme Kali und 6000 Milligramme Ammoniak absorbirt, nach der vollkommenen Verwesung der organischen Materien des Mistes (welche etwa 25 Procent seines Gewichtes ausmachen) und nach der Verdunstung seiner halben Wassermenge etwa $1\frac{1}{4}$ Kubikmeter einer mit allen Nährstoffen im Miste vollständig gesättigten Erde liefern. Bodensorten, welche die bezeichnete Menge Kali und

Digitized by Google

Ammoniak absorbiren, finden sich überall, und dem Landwirthe kann es nicht schwer fallen, die für seine Composthaufen geeignetste Erde zu wählen.

Der Mist hat bekanntlich noch eine mechanische Wirkung, durch welche der Zusammenhang eines festen Bodens gemindert oder der schwere Boden leichter und poröser gemacht wird. Für diese Bodensorten eignen sich die Composte weniger gut, und die dem Miste zuzusetzende Erde muß durch einen sehr lockern Körper, am besten durch Torfklein, ersetzt werden*).

Wenn man die Erträge, welche durch Stallmist, Knochenmehl, Guano, in manchen Fällen durch Holzasche und Kalk manchen Feldern abgewonnen werden, mit denen vergleicht, welche das nämliche Feld in ungedüngtem Zustande liefert, so erscheint die Wirkung dieser Düngmittel wahrhaft räthselhaft.

Der Ertrag eines ungedüngten Feldes muß seinem Gehalt an wirksamen Nährstoffen entsprechend sein; ein niederer Ertrag entspricht einem niederen Gehalt desselben. Vergleicht man nun in einem der erwähnten Fälle den Gehalt an Nährstoffen des ungedüngten Stückes mit dem Ertrag, und die Zu-

*) Weit wichtiger vielleicht noch als die Düngung mit Composten, welche immerhin viel Arbeit und mehr Transport kosten, ist die Benutzung der absorbirenden Eigenschaften der Erden und des Torfes zur Fixirung der in der Mistjauche enthaltenen Nährstoffe. Wenn der Boden einer Miststätte aus einer 1 Meter hohen Schicht lockeren Torfes besteht, so hat man bei einer Grundfläche von je 10 Meter Länge und Breite 100 Kubikmeter Torf, durch welche man alle Jauche versickern lassen kann, ohne daß man in Sorge zu sein braucht, auch nur den kleinsten Theil der wirksamen Bestandtheile der Jauche zu verlieren. Der Torf kann gleich dem Miste gebraucht und muß, wie sich von selbst versteht, jährlich erneuert werden. Auf Feldern, die nicht beackert werden, wie Wiesen, wirkt die Jauche natürlich rascher. Der in der Umgegend Münchens vorkommende Torf absorbirt in Pulvergestalt pro 1000 Kubikcentimeter, welche 330 Gramme wiegen, 7,892 Gramme Kali und 4,169 Ammoniumoxyd.

Digitized by Google

fuhr an Nährstoffen oder die Düngermenge mit dem Mehrertrag, so erscheint der letztere außer allem Verhältniß viel größer zu sein, und man wird zu der Meinung verführt, als ob die im Dünger gegebenen Nährstoffe, Phosphorsäure, Kali, Ammoniak, weit wirksamer seien als die im Boden vorhandenen, oder daß die größere Masse derselben im Boden wirkungslos und seine Ertragsfähigkeit vorzugsweise durch die Düngerzufuhr bedingt gewesen sei. Daher kommt es denn, daß, während eine gewisse Anzahl von Landwirthen glaubt, daß man allen Dünger entbehren kann, und die mechanische Arbeit allein genüge, um das Feld ertragsfähig zu machen, andere der Meinung sind, daß man nur durch Düngung das Feld fruchtbar erhalten könne. Alle diese Ansichten beziehen sich nur auf einzelne Fälle und haben im Allgemeinen keine Gültigkeit, da weder die Einen noch die Anderen sich klar gemacht haben, auf welchem Grunde die Ertragsfähigkeit beruht.

In den Versuchen, welche das Generalcomité des landwirthschaftlichen Vereins in Baiern im Jahre 1857 über die Wirkungen des Phosphorits auf den an Phosphorsäure armen Feldern in Schleißheim anstellen ließ, wurden auf zwei Strecken Feld, wovon das eine pro Hectare mit 241,4 Kilogramm Phosphorsäure (657,4 Kilogramm Phosphorit mit Schwefelsäure aufgeschlossen) gedüngt worden war, folgende Erträge in Sommerweizen geerntet:

1857	Gesammternte	Korn	Streh
Gedüngt mit 657 Kilogr. phosphorsaurem Kalk	5114,7 Kilogr.	1301,7 Kilog.	3813,0 Kilog.
Ungedüngt	2301,0 „	644,3 „	1656,7 „

Nach einer chemischen Analyse der Erde von diesem Felde (von Dr. Zöller in dem hiesigen chemischen Laboratorium ausgeführt) gab diese an kalte Salzsäure eine Quantität Phos-

Digitized by Google

phorsäure ab, die auf die Hectare auf eine Tiefe von 25 Centimetern sich auf 2376 Kilogramm berechnet, entsprechend 5170 Kilogramm phosphorsaurem Kalk.

Die Menge der Phosphorsäure, welche die Pflanze im Stroh und Korn von dem gedüngten Stück empfangen hatte:

beträgt im Ganzen 17,5 Kilogramm Phosphorsäure;
die vom ungedüngten 8 » »

durch die Düngung wurde mehr geerntet } 9,5 Kilogramm Phosphorsäure.

In den 657,4 Kilogramm Phosphorit empfing das Feld im Ganzen 241,4 Kilogramm Phosphorsäure, die in dem Mehrertrag vorhandene macht demnach nur $^1/_{25}$ der zugeführten Phosphorsäure aus.

Dieses Ergebniß kann nicht in Verwunderung setzen, denn die zugeführte Phosphorsäure wurde nicht der Pflanze, sondern dem ganzen Felde gegeben. Wäre es möglich gewesen, jede Wurzel mit soviel Phosphorsäure oder phosphorsaurem Kalk zu umgeben, als der Mehrertrag an Korn und Stroh zu seiner Bildung bedurfte, so würde man mit einer Düngung von $9^1/_2$ Kilogramm Phosphorsäure ausgereicht haben, um den Ertrag des ungedüngten Stückes zu verdoppeln; allein in der Weise, wie die Düngung geschah, empfing jeder Theil des Feldes gleichviel Phosphorsäure.

Von der ganzen Quantität von 241,4 Kilogramm kamen aber nur 9,5 Kilogramm mit den Pflanzenwurzeln in Berührung, während der Rest wirkungsfähig, aber nicht wirksam war. Um der Pflanze die Möglichkeit darzubieten, einen Gewichtstheil Phosphorsäure zu erlangen, war es nothwendig, dem Felde fünfundzwanzig mal mehr zu geben.

Auf der andern Seite erscheint, gegen die vorräthige Menge

Digitized by Google

Phosphorsäure im Felde gehalten, die Wirkung der Düngung außer allem Verhältniß größer.

Die in dem Korn und Stroh vom ungedüngten Stück enthaltene Phosphorsäure macht $^1/_{300}$ der Phosphorsäuremenge im Felde, die in dem Mehrertrage $^1/_{25}$ der des Düngers aus; da durch den Dünger die Ernte verdoppelt wurde, so scheint hiernach die Wirkung der im Dünger zugeführten Phosphorsäure zwölf mal größer gewesen zu sein.

Die zugeführte Phosphorsäure (241,4 Kilogramm) machte $^1/_{10}$ der ganzen im Felde vorräthigen (2376 Kilogramm) aus. Bei gleicher Wirkung beider hätte der Mehrertrag der Zufuhr entsprechen sollen, aber anstatt einem Zehntel Mehrertrag erntete man den doppelten Ertrag des ungedüngten Stückes.

Diese Thatsache erklärt sich, wenn man die Absorptionszahl des Schleißheimer Feldes für Phosphorsäure oder phosphorsauren Kalk in Betracht zieht.

Wenn die im Felde vorräthige Phosphorsäure in der Form von Kalkphosphat (5170 Kilogramm) auf 25 Kubikcentimeter Tiefe gleichmäßig verbreitet gedacht wird, so enthält jeder Kubikdecimeter 2070 Milligramme, jeder Kubikcentimeter etwa 2 Milligramme Kalkphosphat.

Das Feld wurde gedüngt mit 657,4 Kilogramm Phosphorit in löslichem Zustande, welche 525 Millionen Milligramme reinem phosphorsauren Kalk entsprachen.

Nach directen Bestimmungen absorbirt 1 Kubikdecimeter der Schleißheimer Erde 976 Milligramme phosphorsauren Kalk; ein jeder Quadratdecimeter empfing 525 Milligramme, welche abwärts im Regenwasser, gelöst hinreichten um 5,4 Centimeter (etwas über 2 Zoll) tief, die Erde vollständig, oder 10,8 Centimeter tief halb mit phosphorsaurem Kalk zu sättigen. Diese Bodenschichten wurden demnach nicht um $^1/_{10}$, sondern um

Digitized by Google

50 Procent an phosphorsaurem Kalk durch die Düngung bereichert, und zwar der größte Theil in einem für die Pflanze aufnahmsfähigen Zustande; das Absorbtionsvermögen der Erde erklärt mithin, warum die Ernten von gedüngten Feldern eher im Verhältnisse stehen zu den zugeführten Nährstoffen im Dünger, als zu der Summe derselben im Felde.

Die Wirkung einzelner oder mehrerer Düngstoffe ist noch stärker auf Bodensorten, welche noch ärmer als das erwähnte Schleißheimer Feld an Nährstoffen sind.

Die folgenden Resultate wurden auf einem für diesen Zweck umgebrochenen Lande erhalten, welches 15 Jahre lang der Pflug nicht berührt und als Schafweide gedient hatte; die ganze Erdschicht auf den Schleißheimer Feldern hat höchstens 6 Zoll Tiefe, unterhalb derselben ist keine Erde mehr, sondern ein Bett von Rollsteinen, welche das Wasser gleich einem Siebe mit zollgroßen Maschen durchlassen; der Ertrag des ungedüngten Stücks giebt einen Begriff von seiner Sterilität. Ein anderer Theil wurde mit Kalksuperphosphat gedüngt pro Hectare mit 525 Kilogramm Phosphorit mit Schwefelsäure aufgeschlossen, enthaltend 193 Kilogramm Phosphorsäure oder 420 Kilogramm Kalkphosphat.

1858er Winterroggen (Schleißheim) pro Hectare:

	Gesammternte	Kern	Stroh
Düngung mit Phosphorit (aufgeschlossen durch Schwefelsäure) = 525,3 Kilogr., darin 192,8 Kilogr. PO_5, entsprechend 420 Kilogr. reinem phosphors. Kalk	1995,4 Kilogr.	654,2 Kilogr.	1341,2 Kilogr.
Ungedüngt	397,6 „	115,0 „	282,6 „

Nach der Untersuchung von Dr. Zöller enthielt dieses Feld pro Hectare auf 6 Zoll Tiefe nur 727 Kilogramm Phosphorsäure.

Digitized by Google

Das mit Phosphorsäure gedüngte Feld lieferte den sechsfachen Ertrag an Korn und den fünffachen an Stroh des ungedüngten. Man wird aber bemerken, daß dieser höhere Ertrag, so mächtig auch die Wirkung der Düngung sich aussprach, noch nicht den des ungedüngten, seit längerer Zeit in Cultur gehaltenen Stückes in dem vorhin erwähnten Versuche erreichte, und wenn man den Phosphorsäuregehalt beider Felder mit einander vergleicht, so sieht man, da der Schafweideboden auf 6 Zoll Tiefe nur halb so viel als der andere enthält, daß die Düngung mit Superphosphat eben nur hinreichte, um das Schafweidefeld bis zu 8 bis 10 Centimeter Tiefe dem andern ungedüngten Stücke in seinem Gehalte an Phosphorsäure gleich zu machen.

Diese Betrachtungen machen anschaulich, wie durch die Absorption der Nährstoffe in den oberen Schichten des Feldes eine, im Verhältniß zu dem ganzen Vorrathe im Boden, kleine Menge von Nährstoffen oder Düngerbestandtheilen auf Gewächse, welche ihre Nahrung vorzugsweise von den oberen Schichten der Ackerkrume empfangen, eine so auffallende Wirkung auf die Erhöhung der Erträge hat.

Wenn die Wirkung auf der Summe der wirkenden Theile an gewissen Orten im Boden beruht, so wird die Wirkung verstärkt mit der Anzahl der Theile, um welche die Summe an eben diesen Orten vermehrt worden ist.

Die genauere Bekanntschaft mit der Zusammensetzung der Ackerkrume sowie ihres Verhältnisses zu den Nährstoffen muß mit der Beachtung der Natur der Pflanze und ihrer Bedürfnisse allmälig zu dem Verständniß vieler anderen Erscheinungen im Feldbau führen, die bis jetzt völlig unerklärt und für viele Landwirthe geradezu räthselhaft sind. Obwohl wir die allgemeinsten Gesetze der Pflanzenvermehrung, so weit diese

Digitized by Google

mit Boden, der Luft und dem Waſſer in Verbindung ſtehen, auf das Genaueſte kennen, ſo iſt es dennoch in vielen Fällen außerordentlich ſchwierig, die Urſachen zu erkennen, welche einen Boden unfruchtbar für ein Culturgewächs, z. B. für Erbſen, machen, während er fruchtbar für andere iſt, welche die nämlichen Nährſtoffe wie die Erbſen und oft noch in größerer Menge bedürfen. Wenn der Boden reich genug an Nährſtoffen für dieſe anderen Gewächſe iſt, warum wirken dieſe nicht auf gleiche Weiſe auf die Erbſenpflanzen ein, welche Urſachen hindern die Erbſenpflanze, ſich die Nährſtoffe anzueignen, welche anderen Gewächſen der Boden in vollkommen aufnahmsfähigen Zuſtande darbietet; wie kommt es zuletzt, daß eben dieſer Boden nach einigen Jahren wieder eine lohnende Ernte an Erbſen giebt, obwohl wir denſelben durch dazwiſchen eingeſchobene Ernten eher an Nährſtoffen ärmer gemacht als bereichert haben; daß die Erbſe unter Hafer, Gerſte, Sommerkorn geſäet häufig einen höheren Ertrag liefert, als wenn ſie allein auf dem Boden wächſt und ſich mit den anderen Pflanzen in die vorräthigen Nährſtoffe nicht zu theilen hat?

Ganz ähnliche Erſcheinungen beobachten wir in der Cultur des Klees. In ſehr vielen Gegenden wird ein Feld nach einer Anzahl von Kleeernten ſo gut wie unfruchtbar für Klee.

Die Düngung ſtellt in einem ſolchen Falle die Ertragsfähigkeit des Feldes für den Klee nicht wieder her, aber nach einigen Jahren, während welcher Zeit eben dieſes Feld lohnende Ernten von Halm- und Knollengewächſen geliefert hat, wird es vorübergehend wieder fruchtbar für Klee.

Für eine ganze Anzahl von Culturpflanzen ſind uns die ſpecifiſchen Düngmittel, d. h. diejenigen Düngſtoffe, die auf die Mehrzahl der Felder beſonders günſtig einwirken, ziemlich genau bekannt; der Stallmiſt iſt in der Regel allen nütz-

Digitized by Google

lich; für Getreidepflanzen haben Ammoniakſalze, für Turnipsrüben Kalkſuperphosphat einen vorzugsweiſen Werth; Knochenmehl und Aſche erhöhen die Erträge von fruchtbaren Kleefeldern auf ſichtbare Weiſe, und ebenſo wird ein Feld durch Zufuhr von Kalk oft fruchtbar für Klee, den es ſonſt nicht trägt.

Aber auf Feldern, welche ihre Ertragsfähigkeit für Klee oder Erbſen verloren haben und die man mit erbſen- oder kleemüde bezeichnet hat, wirken alle dieſe ſonſt günſtigen Bedingungen ihres Wachsthums kaum mehr ein. Was dieſen Pflanzen ſonſt und anderen Pflanzen immer zuſagt, hat über einen gegebenen Zeitpunkt auf das Klee- und Erbſenfeld keine Wirkung mehr. Dieſe Erſcheinung iſt es vorzüglich, welche den Landwirth in Verlegenheit ſetzt und welche Zweifel gegen die Lehren der Wiſſenſchaft in ihm weckt.

Wenn er gezwungen iſt, auf die Cultur ihm nützlicher Pflanzen auf Reihen von Jahren hinaus zu verzichten, und die Wiſſenſchaft nicht vermögend iſt, ihm über die Schwierigkeiten hinauszuhelfen, was nützt ihm da die Theorie, ſo ſpricht der Landwirth, welcher das Weſen der Theorie nicht kennt.

Es iſt ein ziemlich verbreiteter Irrthum, daß die genaue Bekanntſchaft mit der Theorie das Vermögen verleihe, alle vorkommenden Fälle zu erklären. Die Theorie erklärt aus ſich ſelbſt heraus weder in der Aſtronomie noch in der Mechanik, Phyſik oder Chemie irgend einen Fall; ſie umfaßt und bezeichnet die Urſachen, welche allen Fällen zu Grunde liegen, nicht die einzelnen, welche den Fall bedingen.

Die Theorie erheiſcht, daß die jeden Fall regierenden Urſachen einzeln aufgeſucht werden, und die Erklärung iſt alsdann der Nachweis oder die Auseinanderſetzung, wie ſie zuſammenwirken, um den Fall hervorzubringen; ſie deutet uns

Digitized by Google

an, was wir aufzusuchen haben, und sie lehrt, wie dies durch richtige Versuche geschieht.

Der Grund, warum wir über die soeben angedeuteten Erscheinungen keine Aufschlüsse besitzen, beruht im Wesentlichen darauf, daß der Landwirth bis jetzt sich sehr wenig um die Ursachen derselben bekümmert hat, sowie denn die Aufsuchung von Ursachen die Sache des praktischen Landwirthes eigentlich nicht ist, und weil die, welche sich diese Aufgaben gestellt haben, in der Art, wie sie sie zu lösen versuchten, gezeigt haben, daß ihnen die Pflanze als ein organisches Wesen, welches seine eigenen Bedürfnisse hat, die man genau kennen muß, wenn man es in der rechten Weise erziehen will, ein ziemlich unbekanntes Ding ist.

Wenn ich in dem Folgenden die Erbsenpflanze mit einem Halmgewächs vergleiche, so will ich damit die Aufmerksamkeit der Landwirthe gewissen Eigenthümlichkeiten zulenken, die bei der Cultur beider Pflanzen in Betracht kommen.

Für Gerste und Erbsen z. B. ist ein mäßig feuchter, kräftiger, nicht zu bindender, von Unkraut gänzlich reiner Boden besonders geeignet; ein milder, gutgepflegter, kalkhaltiger Lehm- oder Mergelboden giebt für beide den besten Standort ab. Eine 6 Zoll hohe Ackerkrume reicht für die Gerstenpflanze hin, ihre feinen verfilzten Wurzeln breiten sich büschelförmig aus; ein lockerer Untergrund ist der Gerste eher schädlich als nützlich. Eine frische Düngung vor der Saat wirkt auf die Gerstenpflanze mächtig ein. Während das Saatkorn bei der Gerste nicht tiefer als 1 Zoll liegen darf, keimt und gedeiht die Erbse am besten, wenn die Saat 2 bis 3 Zoll tief in die Erde kommt, ihre Wurzeln verbreiten sich nicht seitwärts, sondern gehen tief in die Erde; sie bedarf darum eines tiefgrundigen und tiefbearbeiteten Bodens und eines freien, lockeren Unter-

Digitized by Google

grundes. Frische Düngung hat auf die Erbsenpflanze kaum einen Einfluß.

Aus diesen Eigenthümlichkeiten beider Pflanzen folgt von selbst, daß die Gerstenpflanze die Bedingungen ihres Gedeihens hauptsächlich aus der oberen Ackerkrume, die Erbsenpflanze hingegen aus tieferen Schichten empfängt. Was der Boden unterhalb 6 Zoll enthält, ist für die Gerstenpflanze ziemlich gleichgültig; für die Erbsenpflanze kommt auf den Gehalt dieser tieferen Schichten alles an.

Sehen wir nun näher zu, was beide Pflanzen von dem Boden beanspruchen, so ergeben die Untersuchungen Mayer's (Ergebn. landw. und agricult.-chemischer Versuche. München 1857. S. 35), daß der Erbsensamen $^1/_3$ mehr Aschenbestandtheile (3,5 Procent) als die Gerste enthält; der Phosphorsäuregehalt ist bei beiden ziemlich gleich (2,7 Procent). Unter sonst gleichen Verhältnissen muß demnach der Untergrund, aus welchem die Erbse die Phosphorsäure empfängt, ebenso reich daran sein als die Ackerkrume, welche diesen Bestandtheil der Gerstenpflanze liefert.

Anders verhält es sich mit dem Stickstoffgehalte; auf dieselbe Menge Phosphorsäure enthalten die Erbsen beinahe das Doppelte mehr Stickstoff als die Gerste; nimmt man an, daß beide Pflanzen den Stickstoff vom Boden empfangen, was für die Erbse vielleicht nicht ganz richtig ist, so muß für jeden Milligramm Stickstoff, den die Gerstenpflanze durch ihre Wurzeln aufnimmt, die Erbsenpflanze das Doppelte empfangen, die erstere aus der Ackerkrume, die andere aus den tieferen Schichten.

Diese Betrachtungen werfen, wie ich glaube, einiges Licht auf die Erbsencultur, denn sie setzt eine ganz eigene Bodenbeschaffenheit voraus, und man begreift eher, daß ein durch die Erbsencultur erschöpfter Boden keine Erbsen mehr trägt, als

Digitized by Google

daß derselbe nach einer Reihe von Jahren wieder fruchtbar für Erbsen wird.

Der für die Erbsen fruchtbare Untergrund soll nach diesen Betrachtungen und der hypothetischen Gleichheit der aufnehmenden Wurzeloberfläche, eben so reich an Phosphorsäure und doppelt so reich an Stickstoff sein, als eine für die Cultur der Gerste geeignete Ackerkrume enthält; für die Phosphorsäure ist diese Annahme sicher.

Wir verstehen ohne Schwierigkeit die gute Wirkung, welche die Düngung eines erschöpften Gerstenfeldes zur Folge hat; alle Bedingungen ihres Gedeihens entnahm die Gerstenpflanze der Ackerkrume, welche, durch den Dünger ersetzt, den Boden wieder tragbar für Gerste machte.

Aber nach unserer Bekanntschaft der Eigenthümlichkeiten der Ackererde hält eine Schicht von 6 bis 10 Zoll Tiefe das Ammoniak, Kali und die Phosphorsäure auch der stärksten Düngung, welche der Landwirth zu geben gewohnt ist, so fest zurück, daß ohne zufällige günstige Verhältnisse kaum ein Theil davon in den Untergrund gelangen kann.

Wenn durch die Bestellung des Feldes mit Gewächsen, welche ein tieferes Pflügen erfordern, namentlich mit Hack- und anderen Früchten, von der reichen Ackerkrume eine gehörige Menge dem erschöpften Untergrunde beigemischt worden ist, so begreift man, daß dieser allmälig wieder fruchtbar für Erbsen werden kann; die Zeit, in welcher dies geschieht, hängt natürlich von der zufälligen Wahl der auf dem Felde einander folgenden Pflanzen ab.

Von diesem Gesichtspunkte aus liegt es in der Hand des Landwirths, durch die richtige Behandlung seines Feldes die Zeit zu verkürzen, in welcher Erbsen wieder darauf aufeinander folgen können.

Thatsache ist, daß es sehr viele Felder giebt, welche in

Digitized by Google

der Umgebung der Städte Jahr für Jahr oder von zwei zu zwei Jahren Erbsen in üppiger Fülle tragen, ohne je »erbsenmüde« zu werden, und wir wissen, daß der Gärtner dazu keine besonderen Künste anwendet, als daß er seinen Boden tief und sehr sorgfältig bearbeitet und sehr viel mehr düngt, als der Landwirth es vermag.

Besonders räthselhaft ist hiernach das häufige Fehlschlagen der Erbsen nicht, und es besteht kein Grund, die Hoffnung aufzugeben, daß es dem Landwirth gelingen wird, so oft Erbsen zu bauen als ihm dienlich ist, wenn er die rechten Mittel und Wege einschlägt, um sein Feld an den rechten Orten mit den der Erbsenpflanze nöthigen Nahrungsmitteln zu bereichern.

Bei allen Aufgaben dieser Art beruht der Erfolg immer darauf, daß derjenige, der ihnen seine Kräfte widmet, nicht glaubt, daß ihre Lösung leicht sei, sondern er muß sich vorstellen, daß sie mit großen Schwierigkeiten verbunden sei; denn beständen diese nicht, so würden sie von der Experimentirkunst längst gelöst sein.

Die vielen vergeblichen Versuche der Herren Lawes und Gilbert, um ein kleemüdes Feld wieder fruchtbar für Klee zu machen, sind in dieser Beziehung von Werth, insofern sie zeigen, daß das bloße Versuchmachen zu nichts führt, und wenn ich ihnen hier eine Beachtung schenke, die sie nicht verdienen, so geschieht es nicht, um eine wohlfeile Kritik daran zu üben, sondern um dem praktischen Manne zu zeigen, wie er bei Lösung seiner Aufgaben nicht verfahren dürfe, wenn er einen möglichen Erfolg erzielen will. Die Schlüsse, welche die Herren L. und G. aus ihren zahlreichen Versuchen gezogen haben, sind folgende:

Sie haben gefunden, daß wenn ein Land noch nicht kleemüde ist, die Ernte häufig durch Düngungen mit Kalisalzen

Digitized by Google

und Kalkſuperphosphat erhöht wird; iſt das Land hingegen kleemüde, ſo kann man auf keinen der gewöhnlichen Düngſtoffe, weder »künſtlicher« oder »natürlicher«, ſich zur Erzielung einer ſichern Ernte verlaſſen; das einzige Mittel iſt, daß man einige Jahre wartet, ehe man den rothen Klee auf dem Felde wiederkehren läßt.

Es iſt kaum nöthig, darauf aufmerkſam zu machen, daß was die Herren L. und G. hier Schlüſſe nennen, nichts weniger als Schlüſſe ſind; was ſie gefunden haben, haben tauſend Landwirthe vor ihnen erfahren, und der einzige Schluß, der ihnen erlaubt war, hätte der ſein ſollen, daß ſie in ihren Bemühungen, durch gewiſſe Düngmittel ein kleemüdes Feld wieder tragbar für Klee zu machen, geſcheitert ſind. In Wahrheit haben ſie nicht entfernt danach geſtrebt, uns über die Urſachen der Kleemüde eines Feldes Unterricht zu verſchaffen, ſondern ſie haben einfach verſchiedene Düngerarten probirt, in der Hoffnung, einen aufzufinden, durch welchen die urſprüngliche Ertragsfähigkeit des Feldes hätte wiederhergeſtellt werden können, und dieſen haben ſie nicht gefunden.

Die Herren L. und G. nehmen an, daß die Kleepflanze ſich gegen ein Feld gerade ſo verhalte, wie eine Gerſten- oder Weizenpflanze, und da ſie auf einem Felde, auf welchem, obwohl aufs Reichlichſte gedüngt, der Klee mißrathen war, im darauf folgenden Jahre eine reiche Gerſten- oder Weizenernte erzielt hatten, ſo ſetzte ſich in ihnen die Vorſtellung feſt, daß das Mißrathen des Klees auf einer Krankheitsurſache beruhe, die ſich durch die Kleecultur im Boden entwickele und auf die Kleepflanze, aber nicht auf die Wurzeln der Weizen- und Gerſtenpflanze ſich übertrage.

Der Klee iſt eben darin durchaus verſchieden von den beiden Halmgewächſen, daß er ſeine Hauptwurzeln, wenn keine

Digitized by Google

Hinderniſſe entgegenſtehen, ſenkrecht abwärts ſendet; in einer Tiefe, welche die Mehrzahl der feinen Haarwurzeln der Gerſten- und Weizenpflanze nicht mehr erreicht, veräſtelt ſich die Hauptwurzel (wie dies beſonders bei Trifolium pratense wahrnehmbar iſt) zu ſeitwärts laufenden Kriechtrieben, welche abwärts neue Wurzeln treiben.

Der Klee empfängt mithin wie die Erbſenpflanze ſeine Hauptnahrung immer aus den Erdſchichten unterhalb der Ackerkrume, und der Unterſchied zwiſchen beiden beſteht hauptſächlich darin, daß er vermöge ſeiner größeren und ausgedehnteren Wurzeloberfläche auf Feldern noch Nahrung in Menge vorfindet, wo Erbſen nicht mehr gedeihen; die natürliche Folge davon iſt, daß der Klee verhältnißmäßig den Untergrund weit ärmer zurückläßt, als die Erbſe.

Der Kleeſamen, der ſeiner Kleinheit wegen aus ſeiner eigenen Maſſe nur wenig Bildungsſtoffe der jungen Pflanze liefern kann, bedarf zu ſeiner Entwickelung eines reichen Obergrundes; aber die Pflanze entnimmt verhältnißmäßig wenig Nährſtoffe der Ackerkrume. Wenn ihre Wurzeln dieſe durchbrochen haben, ſo überziehen ſich die oberen Theile bald mit einer Korkſchicht, und nur die im Untergrunde ſich verzweigenden feinen Wurzelfaſern führen der Kleepflanze Nahrung zu.

Betrachtet man nun die Verſuche, welche die Herrn L. und G. anſtellten, um ein kleemüdes Feld wieder ertragsfähig für Klee zu machen, ſo ſieht man ſogleich, daß alle angewendeten Mittel vollkommen geeignet waren, die oberſten Schichten ihres Feldes mit Nährſtoffen für die Weizen- und Gerſtenpflanze zu bereichern, daß aber die Kleepflanze nur in der erſten Zeit ihrer Entwickelung Nutzen von der Düngung zog, während die tieferen Schichten unverändert in ihrer Beſchaffen-

Digitized by Google

heit blieben; sie verhielten sich genau so, wie wenn das Feld überhaupt keine Nährstoffe empfangen hätte.

Die von L. und G. angewendeten Düngmittel waren Kalksuperphosphat (300 Pfund Knochenerde mit 225 Pfund Schwefelsäure pro Acre), schwefelsaures Kali (500 Pfund), schwefelsaures Kali und Superphosphat, gemischte Alkalisalze (500 Pfund schwefelsaures Kali, 225 Pfund schwefelsaures Natron, 100 Pfund schwefelsaure Bittererde), gemischte Alkalien mit Superphosphat, ferner Ammoniaksalze allein und Ammoniaksalze mit Superphosphat oder gemischten Alkalien, Stalldünger (300 Centner), begleitet von Kalk oder von Kalk und Superphosphat, oder von Kalk und Alkalien in den mannichfachsten Verhältnissen, sodann Ruß, Ruß mit Kalk, Ruß mit Kalk Alkalien und Superphosphat. Keins von diesen Düngmitteln hatte den allergeringsten Erfolg, das kleemüde Feld wurde dadurch nicht wieder tragbar für Klee.

Der Grund, warum diese Düngungen keine Wirkung hatten, ist nicht schwer aufzufinden. Die Herren L. und G. lassen uns zwar in ihrer Abhandlung völlig im Dunkeln über die Natur und Beschaffenheit des Bodens, auf welchem sie ihre Versuche angestellt haben; aber aus zufälligen Aeußerungen in früheren Abhandlungen wissen wir, daß die Felder zu Rothamster aus einem ziemlich schweren Lehmboden bestehen, welcher besonders für Kornfrüchte, namentlich Gerste, geeignet ist.

Nach den Versuchen über das Absorptionsvermögen des Lehmbodens kann man, ohne zu fürchten einen Irrthum zu begehen, annehmen, daß ein Kubikdecimeter Lehmboden 2000 Milligramme Kali und 1000 Milligramme phosphorsauren Kalk absorbirt.

Die Oberfläche eines Acre Lehmboden (= 405,000 Quadratdecimeter) absorbirt mithin auf 1 Decimeter = 4 Zoll

Digitized by Google

Tiefe, 805 Kilogramm Kali = 1610 Pfund und 405 Kilogramm phosphorsauren Kalk oder 810 Pfund.

Die stärkste Düngung mit schwefelsaurem Kali, welche die Herren L. und G. ihrem Felde gaben, betrug 500 Pfund = 270 Pfund Kali, die stärkste mit Superphosphat = 300 Pfund phosphorsauren Kalk.

Wenn die Herren L. und G. das schwefelsaure Kali und das Kalkphosphat in vollkommener Lösung auf das Feld gebracht hätten, so würde die ganze Quantität des Kalis, welches sie dem Felde gaben, nicht tiefer als 2 Centimeter, d. h. noch nicht einen Zoll, der phosphorsaure Kalk nicht tiefer als 4 Centimeter (etwas mehr als 1,6 Zoll tief) eingedrungen sein; beide Düngmittel wurden aber aufgestreut und untergepflügt, aber man kann nicht annehmen, daß die Schichten unterhalb 8 Zoll eine bemerkliche Menge Kali oder phosphorsauren Kalk empfangen hätten.

Die Herren L. und G. sagen Seite 186 ihrer Abhandlung: »Diejenigen, welche der Verbreitung der Kleekrankheit ihre Aufmerksamkeit auf einem sogenannten kleemüden Felde widmeten, werden beobachtet haben, daß, wie üppig auch der Klee im Herbst und Winter stand, die Zeichen des Fehlschlagens im März oder April sichtbar werden, und dieselbe Erscheinung wiederholte sich in allen ihren Versuchen; auf einem Felde, auf welchem der Klee fehlgeschlagen war, wurde Gerste gebaut und nachdem diese eine reiche Ernte geliefert hatte, wieder Klee darauf gesäet.

»Die Pflanzen (so berichten die Herrn L. und G.) standen ziemlich gut während des Winters, mit dem fortschreitenden Frühling starben sie aber rasch ab.« Ueber den Grund des Absterbens kann man keinen Augenblick im Zweifel sein; der erschöpfte Untergrund hatte von den verlorenen Bedingun-

Digitized by Google

gen der Fruchtbarkeit nichts wieder empfangen und die Pflanzen verhungerten, sobald sie die Ackerkrume durchsetzt hatten und ihre Wurzeln in den Untergrund sich zu verbreiten begannen.

Wenn das Mißrathen des Klees von einer Krankheit herrührte, so war sie offenbar von der seltsamsten Art, denn die reichlich gedüngte Ackerkrume zeigte keine Spuren davon, nur der Untergrund war kleemüde. Die Frage, ob es überhaupt eine Krankheit giebt, welche durch die Cultur des Klees erzeugt wird, haben die Herrn L. und G., ohne es gewahr zu werden, auf das Gründlichste widerlegt. Sie sagen Seite 193: »Ehe wir die wahrscheinliche Ursache des Fehlschlagens des Klees näher besprechen, dürfte es gut sein, die Resultate einiger im Küchengarten zu Rothamsted angestellten Versuche zu beschreiben. Der Boden desselben war in gewöhnlicher Gartencultur gehalten und vielleicht schon zwei bis drei Jahrhunderte lang. Früh im Jahre 1854 wurde $^1/_{500}$ eines Acre mit Rothklee bestellt, und von dieser Zeit an bis zum Jahre 1859 wurden 14 Schnitte Kleeheu gewonnen, ohne neue Besamung; im Jahre 1856 wurde das Stück in drei Theile getheilt, ein Theil davon gegypst, ein anderer mit Alkalien und Phosphaten gedüngt.«

»Der ganze Ertrag des auf diesem Gartenboden in sechs Jahren geernteten grünen Klees betrug pro Acre berechnet 126 Tonnen (252 Centner) oder gleich $26^1/_2$ Tonnen Kleeheu (53 Centner). Der Mehrertrag durch das Gypsen betrug in vier Jahren $15^1/_2$ Tonnen, durch die angewendeten Kalisalze und Phosphate $28^3/_4$ Tonnen grünen Klee.«

»Es ist bemerkenswerth,« fahren sie fort, »daß in den nämlichen Jahren, in welchen diese hohen Kleeernten gewonnen worden waren, wir ein paar hundert Ellen davon nicht im

Digitized by Google

Stande waren, eine mäßige Kleeernte auf unserem Ackerfelde zu gewinnen.«

In der That ist dies höchst bemerkenswerth; auf dem Ackerfelde wurde durch die Vegetation der Kleepflanze die Erde vergiftet, so daß sie keinen Klee mehr trug, aber in eben der Zeit unter gleichen Witterungsverhältnissen erzeugte die nämliche Kleepflanze in dem reichen Gartenboden kein Gift.

Von einer vergleichenden Untersuchung des Garten- und Ackerbodens ist natürlich keine Rede gewesen, da es den beiden Agricultur-Chemikern, wie bereits bemerkt, nicht um einen Grund, sondern um einen Dünger zu thun war. Obwohl sie aber nicht das allergeringste Thatsächliche aufgefunden haben, was als Anhaltspunkt zu einer Erklärung dieses befremdenden Verhaltens der Kleepflanze auf den beiden Feldern hätte dienen können, so hält sie dies nicht ab, die Landwirthe mit folgender sinnreichen Erklärung zu beschenken.

»Unter den Pflanzen — so erläutern sie — gebe es gewisse Gattungen, die sich in Beziehung auf die Natur der Nahrung auf eine besondere Art verhalten; die einen, wozu die Getreidearten gehörten, lebten vorzugsweise von unorganischen Stoffen, aber die anderen hätten, um üppig zu gedeihen, die Zufuhr von complexeren organischen Verbindungen nöthig; zu diesen letzteren, so schiene es ihnen, müßten die Leguminosen, z. B. der Klee, gerechnet werden.«

Auf die Thatsache sich stützend, daß sie keine Erklärung gefunden haben, und daß sie dieselbe denn doch hätten finden müssen, wenn sie zu finden gewesen wäre, muthen sie uns zu, daß wir glauben sollen, unter den höheren Pflanzen gebe es gewisse Gattungen, die sich zu den anderen verhielten wie etwa die fleischfressenden zu den grasfressenden Thieren; ähnlich wie die letzteren complexere organische Verbindungen genießen,

Digitized by Google

welche die pflanzenfressenden in ihrem Leibe zubereiten, so sei es auch mit der Kleepflanze, sie repräsentirten gewissermaßen gleich den Pilzen unter den Pflanzen die Carnivoren.

Es ist wohl nicht der Mühe werth, von dieser Erklärung irgend Notiz zu nehmen, aber nützlich dürfte es doch sein, die Frage zu berühren, ob denn die Herrn L. und G. auch ohne Berücksichtigung des Absorptionsvermögens der Erde die Mittel erschöpft haben, die überhaupt in Anwendung hätten kommen können, um das kleemüde Feld wieder tragbar für Klee zu machen, um zu dem Ausspruch berechtigt zu sein, daß, wenn ein Land kleemüde ist, man sich auf keins der gewöhnlichen weder natürlichen noch künstlichen Düngmittel verlassen dürfe, um eine Ernte zu sichern?

Man kann hier fragen, warum die Herren L. und G. anstatt des Kalksuperphosphates nicht Knochenmehl versuchten, dessen Wirkung weit tiefer reicht als die des Kalksuperphosphates, und warum nur schwefelsaures Kali und schwefelsaure Salze in Anwendung kamen? Es ist nicht unmöglich, daß gewöhnliche Holzasche wirksamer gewesen wäre als wie schwefelsaures Kali, und vor Allem hätte Chlorkalium versucht werden müssen, welches als Bestandtheil der Mistjauche vor allen anderen Kalisalzen dem Klee nützlich ist. Man versteht ferner nicht, warum die flüssige Düngung nicht versucht worden ist und warum das Kochsalz unter den angewendeten Düngmitteln ausgeschlossen wurde. Zieht man in Betracht, was die Herren L. und G. zur Lösung ihrer Aufgabe nicht gethan haben, und was sie hätten thun sollen, so gelangt man wohl zu dem Schlusse, daß sie von der Natur derselben selbst keine klare Vorstellung besaßen.

Der Mangel an Einsicht in das Wesen einer Erscheinung, welche untersucht werden soll, ist aber von allen Schwierig-

Digitized by Google

keiten, die der Erreichung eines praktischen Resultates entgegenstehen, die allergrößte. Wenn die Unfruchtbarkeit eines Feldes für Klee und Erbsen auf einem Mangel an Stickstoffnahrung in den tieferen Schichten des Bodens beruht und auf keinem anderen Grunde, so ist es wegen dem Absorptionsvermögen der Bodensorten für Ammoniak ganz außerordentlich schwierig, den Untergrund mit diesem Nährstoffe zu bereichern und den Mangel desselben zu beseitigen. Ganz anders verhält es sich mit den salpetersauren Salzen, die in jede Tiefe dringen, da die Salpetersäure von der Erde nicht absorbirbar ist, und es giebt möglicherweise der Chilisalpeter ein Mittel ab, um in solchen Fällen, wo es an Stickstoffnahrung fehlt, das Feld wieder tragbar für Klee oder Erbsen zu machen.

Da die Düngung mit gebranntem Kalk dem Gedeihen des Klees und auch der Erbsen häufig nützlich ist und ein kalkhaltiger Boden ganz besonders die Salpetersäurebildung befördert, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß gerade für tiefwurzelnde Gewächse die Kalkdüngung durch diese Eigenschaft das Wachsthum befördert, insofern dieselbe das Eindringen von Stickstoffnahrung in die Tiefe, und zwar in Folge der Verwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure bedingt.

Digitized by Google

Der Stallmist.

Um zu einer richtigen Ansicht über die Bewirthschaftung eines Feldgutes mit Stalldünger zu gelangen, ist es nothwendig, sich daran zu erinnern, daß die Fruchtbarkeit des Bodens in einer ganz bestimmten Beziehung zu seinem Gehalte an den Nährstoffen der Pflanzen im Zustande der physikalischen Bindung, und die Dauer der Fruchtbarkeit eines Feldes oder seine Ertragsfähigkeit im Verhältniß zu der Quantität oder der Summe der im Boden vorhandenen in eben diesem Zustande übergangsfähigen Bedingungen seiner Fruchtbarkeit steht.

Die Höhe des Ertrages eines Feldes in einer gegebenen Zeit steht im Verhältnisse zu den Theilen der Summe, welche von dem Boden aus, während dieser Zeit, in die auf dem Boden gewachsenen Pflanzen übergegangen sind. Wenn von zwei Feldern das eine den doppelten Ertrag an Weizenkorn und Stroh liefert als das andere, so setzt dies nothwendig voraus, daß die Weizenpflanzen auf dem einen Felde doppelt soviel Nährstoffe aus dem Boden empfangen haben, als auf dem andern.

Wenn man eine und dieselbe Pflanze oder verschiedene Pflanzen auf einem Felde auf einander folgen läßt, so nehmen

Digitized by Google

die Ernten nach und nach ab, und der Boden wird im landwirthschaftlichen Sinne als »erschöpft« bezeichnet, wenn die Erträge des Feldes aufhören lohnend zu sein, d. h. die Arbeit, die Capitalrenten ꝛc. nicht mehr decken. Wenn die hohen Erträge bedingt waren durch eine gewisse Anzahl von Theilen der Summe der Nährstoffe, welche der Boden an die Pflanze abgegeben hat, so beruht die Erschöpfung des Feldes darauf, daß sich die Summe der Nährstoffe vermindert hat. Dieselbe Anzahl von Pflanzen kann auf demselben Felde nicht in gleicher Weise wie früher gedeihen, wenn sie die nämliche Menge von Nährstoffen nicht mehr vorfindet, welche die vorangegangene Frucht vorgefunden hat. Der chemische Begriff der Erschöpfung eines Culturfeldes ist von dem landwirthschaftlichen darin verschieden, daß sich ersterer auf den Gehalt oder auf die Summe, der letztere auf die Anzahl der Theile der Summe der Nährstoffe bezieht, die der Boden abzugeben vermag. Im chemischen Sinne erschöpft heißt ein Feld, welches überhaupt keine Ernten mehr liefert.

Von zwei Feldern, von denen das eine hundertmal, das andere nur dreißigmal soviel Nährstoffe auf die nämliche Tiefe enthält, als eine volle Weizenernte bedarf, bietet das erstere bei gleicher Beschaffenheit und Mischung den Wurzeln der Pflanze in dem Verhältniß von 10 : 3 mehr Nährstoffe als das andere dar; wenn die Wurzeln einer Pflanze von gewissen Stellen des einen Feldes 10 Gewichtstheile Nährstoffe empfangen, so finden die Wurzeln derselben Pflanze auf dem andern nur drei Gewichtstheile zur Aufnahme vor.

Eine mittlere Ernte von 2000 Kilogramm Weizen, Korn und 5000 Kilogramm Stroh empfängt von einer Hectare Feld durchschnittlich 250 Kilogramm Aschenbestandtheile; wenn wir uns nun denken, daß ein solches Feld hundertmal soviel von die-

Digitized by Google

sen Aschenbestandtheilen, also 25,000 Kilogramm im vollkommen aufnahmsfähigen Zustande zur Erzeugung einer Mittelernte enthalten müsse, so giebt dieses Feld an die erste Ernte 1 Procent von diesem Vorrath ab.

Der Boden bleibt in den darauf folgenden Jahren immer noch fruchtbar für neue Weizenernten, aber die Erträge nehmen ab.

Wenn der Boden auf das Sorgfältigste gemischt worden ist, so findet die im nächsten Jahre auf demselben Felde wachsende Weizenpflanze an jeder Stelle ein Procent weniger Nahrung vor und der Ertrag an Korn und Stroh muß in eben diesem Verhältniß kleiner sein. Bei gleichen klimatischen Bedingungen, Temperatur und Regenmenge wird man im zweiten Jahre nur 1980 Kilogramm Korn und 4950 Kilogramm Stroh ernten, und in jedem folgenden Jahre müssen die Ernten fallen nach einem bestimmten Gesetz.

Wenn die Weizenernte im ersten Jahre 250 Kilogramm Aschenbestandtheile entzog, und der Boden im ganzen pro Hectare auf 12 Zoll Tiefe hundertmal so viel enthielt (25,000 Kilogramm), so bleiben am Ende des dreißigsten Culturjahres 18,492 Kilogramm Nahrungsstoffe im Boden zurück.

Welches auch die durch klimatische Verhältnisse bedingten Abweichungen in den Ernteerträgen der dazwischenliegenden Jahre gewesen sein mögen, so sieht man ein, daß auf diesem Felde, in dem 31. Jahre, wenn kein Ersatz stattgefunden hat, im günstigsten Falle nur $^{185}/_{250} = 0{,}74$, oder etwas weniger als $^{3}/_{4}$ einer mittleren Ernte erzielt werden kann.

Wenn diese drei Viertel der mittleren Ernte dem Landwirth keinen hinlänglichen Ueberschuß in seiner Einnahme mehr verschaffen, wenn sie einfach seine Ausgaben decken, so heißt der Ertrag kein lohnender Ertrag. Von dem Felde sagt er

Digitized by Google

alsdann, es sei erschöpft für die Weizencultur, obwohl es noch vierundsiebenzigmal mehr an Nahrungsstoffen enthält, als eine mittlere Ernte jährlich bedarf; die ganze Summe hatte bewirkt, daß im ersten Jahre jede Wurzel in den Theilen des Bodens, mit denen sie in Berührung kam, die erforderliche Menge von Bodenbestandtheilen zu ihrer vollen Entwickelung vorfand, und die auf einander folgenden Ernten haben bewirkt, daß sich im 31. Jahre nur $^3/_4$ dieser Quantität in diesen Theilen davon vorfindet.

Eine mittlere Roggenernte (= 1600 Kilogramm Korn und 3800 Kilogramm Stroh) entzieht dem Boden pro Hectare nur 180 Kilogramm Aschenbestandtheile.

Wenn der Weizenboden, um eine mittlere Weizenernte zu liefern, 25,000 Kilogramm von den Aschenbestandtheilen der Weizenpflanzen enthalten müßte, so ist ein Boden, welcher nur 18,000 Kilogramm derselben Bestandtheile enthält, reich genug für eine mittlere und eine Reihe von lohnenden Roggenernten.

Unserer Rechnung nach enthält ein für die Weizencultur erschöpftes Feld immer noch 18,492 Kilogramm Bodenbestandtheile, die ihrer Beschaffenheit nach identisch mit denen sind, welche die Roggenpflanze nöthig hat.

Fragt man nun, nach wie viel Jahren fortgesetzten Roggenbaues die mittlere Ernte auf eine Dreiviertelernte herabsinken wird, so ergiebt sich, wenn diese keine lohnende Ernte mehr ist, daß das Feld 28 lohnende Roggenernten liefern, und nach 28 Jahren für den Roggenbau erschöpft sein wird. Der im Boden bleibende Rest von Nahrungsstoffen beträgt immer noch 13,869 Kilogramm an Aschenbestandtheilen.

Ein Feld, welches keine lohnende Roggenernte mehr liefert, ist deshalb nicht unfruchtbar für die Haferpflanze.

Eine mittlere Haferernte (2000 Kilogramm Korn und

Digitized by Google

3000 Kilogramm Stroh) entzieht dem Boden 310 Kilogramm Aschenbestandtheile, 60 Kilogramm mehr als eine Weizenernte, und 130 Kilogramm mehr als eine Roggenernte. Wenn die aufsaugende Wurzeloberfläche der Haferpflanze die nämliche wäre wie die der Roggenpflanze, so würde der Hafer nach Roggen keine lohnende Ernte mehr liefern können; denn ein Boden, der bei 13,869 Kilogramm Vorrath 310 Kilogramm für die Haferernte abgiebt, verliert hiermit 2,23 Procent seines Gehalts an Aschenbestandtheilen, während ihm, wie angenommen, die Wurzeln des Roggens nur 1 Procent entziehen, verliert er durch die Cultur der Haferpflanze 2,23 Procent. Dies kann nur geschehen, wenn die Wurzeloberfläche des Hafers die des Roggens um das 2,23fache übertrifft.

Die Haferernten werden hiernach den Boden am raschesten erschöpfen, schon nach $12^3/_4$ Jahren wird die Ernte auf $^3/_4$ ihres anfänglichen Betrags herabsinken müssen.

Keine von allen den Ursachen, welche die Erträge zu vermindern oder zu erhöhen vermögen, hat auf dieses Gesetz der Erschöpfung des Bodens durch die Cultur einen Einfluß. Wenn die Summe der Nahrungsstoffe um eine gewisse Anzahl von Theilen vermindert worden ist, so hört der Boden auf, in landwirthschaftlichem Sinne fruchtbar für ein Culturgewächs zu sein.

Für eine jede Culturpflanze besteht ein solches Gesetz. Dieser Zustand der Erschöpfung tritt unabwendbar ein, auch wenn in einer Reihenfolge von Culturen dem Boden nur ein einziger von allen den verschiedenen für die Ernährung der Gewächse nothwendigen mineralischen Nahrungsstoffen entzogen worden ist, denn der eine, welcher fehlt oder mangelt, macht alle anderen wirkungslos, oder nimmt ihnen ihre Wirksamkeit.

Mit einer jeden Frucht, mit einer jeden Pflanze oder einem Theil einer Pflanze, die man von dem Felde hinweg-

Digitized by Google

nimmt, verliert der Boden einen Theil von den Bedingungen seiner Fruchtbarkeit, d. h. er verliert das Vermögen, diese Frucht, Pflanze oder Theil einer Pflanze nach Ablauf einer Reihe von Culturjahren wieder zu erzeugen. Tausend Körner bedürfen tausendmal so viel Phosphorsäure vom Boden wie ein Korn, und tausend Halme tausendmal so viel Kieselsäure wie ein Halm, und wenn es an dem tausendsten Theil von Phosphorsäure oder Kieselsäure im Boden fehlt, so bildet sich das tausendste Korn, der tausendste Halm nicht aus. Ein einzelner von dem Getreidefelde hinweggenommener Getreidehalm macht, daß dies Feld einen gleichen Getreidehalm nicht mehr trägt.

Es folgt hieraus von selbst, daß ein Hectar Feld, welcher 25,000 Kilogramm von den Aschenbestandtheilen des Weizens gleichförmig verbreitet und in einem für die Pflanzenwurzeln vollkommen aufnehmbaren Zustande enthält, daß dieser Hectar Feld, wenn die gleichförmige Mischung durch sorgfältiges Pflügen und allen hierzu dienlichen Mitteln erhalten worden wäre, ohne irgend einen Ersatz an den im Stroh und Korn hinweggenommenen Bodenbestandtheilen zu empfangen, bis zu einer bestimmten Grenze eine Reihe von lohnenden Ernten verschiedener Halmgewächse liefern kann, deren Aufeinanderfolge dadurch bedingt ist, daß die zweite Pflanze weniger vom Boden nimmt als die erste, oder daß die zweite eine größere Anzahl von Wurzeln oder im Allgemeinen eine größere aufsaugende Wurzeloberfläche besitzt. Von dem mittleren Ernte-Ertrag im nächsten Jahre an würden die Ernten von Jahr zu Jahr abgenommen haben.

Für den Landwirth, für welchen gleichförmige Mittelerträge Ausnahmen sind und ein durch Witterungsverhältnisse bedingter Wechsel die Regel ist, würde diese stetige Abnahme kaum wahrnehmbar gewesen sein, selbst dann nicht, wenn in der Wirklichkeit sein Feld eine so günstige chemische und physikalische

Digitized by Google

Beschaffenheit gehabt hätte, daß er siebzig Jahre nach einander Weizen, Roggen und Hafer darauf hätte bauen können ohne allen Ersatz der entzogenen Bodenbestandtheile. Gute, dem Mittelertrag sich nähernde Ernten in günstigen Jahren würden mit schlechten Erträgen gewechselt haben, aber immer würde das Verhältniß der ungünstigen zu den günstigen Ernte-Erträgen zugenommen haben.

Die große Mehrzahl der europäischen Culturfelder besitzt die physikalische Beschaffenheit, die in dem eben betrachteten Falle für das Feld angenommen worden ist, nicht.

In den meisten Feldern ist nicht alle den Pflanzen nöthige Phosphorsäure in wirksamem, den Pflanzenwurzeln zugänglichem Zustande verbreitet; ein Theil derselben ist in der Form von kleinen Körnchen Apatit (phosphorsaurem Kalk) lediglich darin vertheilt, und wenn auch der Boden im Ganzen mehr als ein genügendes Verhältniß enthält, so ist doch in den einzelnen Theilchen des Bodens in manchen weit mehr, in anderen zu wenig für das Bedürfniß der Pflanze vorhanden.

Wenn wir uns nun denken, daß unser Feld 25,000 Kilogramme von den Aschenbestandtheilen des Weizens vollkommen gleichmäßig vertheilt, und fünf- oder zehn-, oder mehrere Tausend Pfund der nämlichen Nahrungsstoffe, die Phosphorsäure desselben als Apatit, die Kieselsäure und das Kali als aufschließbares Silicat, ungleichförmig vertheilt enthalten hätte; wenn ferner von diesem letztern auf die eben auseinandergesetzte Weise von zwei zu zwei Jahren eine gewisse Menge löslich und verbreitbar geworden wäre, in einem solchen Verhältniß, daß die Pflanzenwurzeln in allen Theilen der Ackerkrume von diesen Nahrungsstoffen ebensoviel als im vorhergegangenen Culturjahre angetroffen hätten, genügend also zu einer vollen Mittelernte: so würden wir eine Reihe von Jahren hindurch volle Mittelernten erzielt haben,

Digitized by Google

wenn wir zwischen jedes Culturjahr ein Brachjahr eingeschaltet hätten. Anstatt dreißig stets abnehmender Ernten würden wir in diesem Falle in 60 Jahren dreißig volle Mittelernten erhalten haben, wenn der vorhandene Ueberschuß im Boden bis dahin ausgereicht hätte, die jährlich in den Ernten hinweggenommene Menge Phosphorsäure, Kieselsäure und Kali in allen den Theilen zu ersetzen, denen sie entzogen wurden. Mit der Erschöpfung dieses Ueberschusses würden für dieses Feld die abnehmenden Erträge beginnen, und aufs Neue weiter eingeschobene Brachjahre würden alsdann auf die Erhöhung dieser Erträge nicht den mindesten Einfluß ausgeübt haben.

Wäre der in dem eben betrachteten Falle angenommene Ueberschuß von Phosphorsäure, Kieselsäure und Kali nicht ungleichförmig, sondern gleichförmig verbreitet, und für die Pflanzenwurzeln überall vollkommen zugänglich gewesen, so würde man 30 volle Ernten in 30 Jahren nach einander ohne Einschiebung eines Brachjahres auf diesem Felde erzielt haben.

Kehren wir zu unserem Felde zurück, von welchem wir angenommen haben, daß es 25,000 Kilogramme Aschenbestandtheile des Weizens in der vollkommensten Weise vertheilt und in aufnehmbarem Zustande enthielte, und jedes Jahr mit Weizen bestellt werde, und denken wir uns den Fall, daß wir in jeder Ernte nur die Aehre von dem Halme abgeschnitten und das ganze Stroh auf dem Felde gelassen, und sogleich wieder untergepflügt hätten, so ist der Verlust, den das Feld in diesem Jahre erleidet, kleiner als zuvor, denn alle Bestandtheile des Halmes und der Blätter sind dem Felde verblieben; wir haben nur die Bodenbestandtheile des Korns dem Felde genommen.

Unter den Bestandtheilen, welche der Halm und die Blätter vom Boden empfangen haben, befinden sich alle Bodenbestandtheile der Samen, nur in einem andern Verhältniß.

Digitized by Google

Wenn die in dem Stroh und Korn zusammen ausgeführte Menge Phosphorsäure durch die Zahl 3 bezeichnet wird, so ist der Verlust, wenn das Stroh dem Felde verbleibt, nur 2. Die Abnahme der Erträge des Feldes in einem folgenden Jahre steht immer im Verhältniß zu dem Verluste, den es durch die vorhergehende Ernte an Bodenbestandtheilen erlitten hat. Die nächstfolgende Ernte an Korn wird etwas größer sein, als sie ausfallen würde, wenn man das Stroh dem Felde nicht gelassen hätte; der Ertrag an Stroh wird nahe derselbe wie im vorhergehenden Jahre bleiben, denn die Bedingungen zur Stroherzeugung sind sehr wenig verändert worden.

Indem man in dieser Weise dem Boden weniger nimmt als zuvor, so wächst somit die Anzahl der lohnenden Ernten, oder die Summe des in der ganzen Reihe der Kornernten erzeugten Korns. Ein Theil der Strohbestandtheile geht über in Kornbestandtheile, und wird jetzt in dieser Form dem Felde genommen. Die Periode der Erschöpfung tritt immer, aber unter diesen Umständen später ein. Die Bedingungen zur Kornbildung nehmen stetig ab, denn die dem Korn entzogenen Stoffe wurden nicht ersetzt.

Wenn man das Stroh abgeschnitten auf Schubkarren um das Feld herumgefahren, oder wenn man es als Streu in Viehställen benutzt und dann erst untergepflügt hätte, so wäre dieses Verhältniß ganz das nämliche geblieben. Was man in dieser Weise dem Felde wieder zuführte, war dem Felde genommen und bereicherte das Feld nicht.

Wenn man sich denkt, daß die verbrennlichen Bestandtheile des Strohs nicht vom Boden geliefert werden, so war das Zurücklassen des Strohs auf dem Felde eigentlich nur ein Zurücklassen der Aschenbestandtheile des Strohs. Das Feld blieb um

Digitized by Google

etwas fruchtbarer als zuvor, weil man demselben weniger genommen hatte.

Hätte man auch das Korn oder die Aschenbestandtheile des Korns mit dem Stroh wieder untergepflügt, oder hätte man anstatt des Weizenkorns eine entsprechende Menge eines andern Samens, Repskuchenmehl, d. h. von fettem Oele befreiten Repssamen, welcher die nämlichen Aschenbestandtheile enthält, im richtigen Verhältnisse dem Felde wiedergegeben, so blieb seine Zusammensetzung wie zuvor; im nächsten Jahre würde man denselben Ernte-Ertrag wie im vorhergegangenen erhalten haben. Wenn nach jeder Ernte in dieser Weise das Stroh immer wieder dem Felde zurückgegeben wird, so ist eine weitere Folge eine Ungleichheit in der Zusammensetzung der wirksamen Bestandtheile der Ackerkrume.

Wir haben angenommen, daß unser Boden die Aschenbestandtheile der ganzen Weizenpflanze im richtigen Verhältniß zur Bildung der Halme, der Blätter und des Korns enthalten habe; indem wir die zur Bildung des Strohs nöthigen Mineralsubstanzen dem Felde ließen, während die des Korns fortwährend hinweggenommen wurden, so häuften sich die ersteren im Verhältniß zu dem Rest der Bodenbestandtheile des Korns, die das Feld noch enthielt, an. Das Feld behielt seine Fruchtbarkeit für das Stroh, die Bedingungen für die Körnerbildung nahmen ab.

Die Folge dieser Ungleichheit ist eine ungleichförmige Entwickelung der ganzen Pflanze. So lange der Boden alle zur gleichmäßigen Entwickelung aller Theile der Pflanze nöthigen Aschenbestandtheile im richtigen Verhältniß enthielt und abgab, blieb die Qualität des Samens und das Verhältniß zwischen Stroh und Korn in den abnehmenden Ernte-Erträgen gleichmäßig und unverändert. In dem Maße aber, in welchem die

Digitized by Google

Bedingungen zur Blatt- und Halmbildung günstiger wurden, nahm mit den Samenerträgen zunächst auch die Qualität des Samens ab. Das Merkmal dieser Ungleichförmigkeit in der Zusammensetzung des Bodens als Folge der Culturen ist, daß das Gewicht der geernteten Scheffel Korn sich vermindert. Während im Anfang zur Bildung des Korns eine gewisse Menge von den Bestandtheilen des wieder zugeführten Strohs (Phosphorsäure, Kali, Bittererde) verbraucht wurde, tritt später das umgekehrte Verhältniß ein, es werden von den Kornbestandtheilen (Phosphorsäure, Kali, Bittererde) zur Strohbildung in Anspruch genommen. Der Zustand eines Feldes ist denkbar, wo wegen der vorhandenen Ungleichförmigkeit in dem Verhältniß der Bedingungen zur Stroh- und Kornbildung, wenn Temperatur und Feuchtigkeit die Blattbildung begünstigen, ein Halmgewächs einen enormen Strohertrag mit leeren Aehren liefert.

Der Landwirth kann bei seinen Pflanzen auf die Richtung der vegetativen Thätigkeit nur durch den Boden einwirken, d. h. durch das Verhältniß der Nahrungsstoffe, die er demselben giebt; zum höchsten Kornertrag gehört, daß der Boden ein überwiegendes Verhältniß an den zur Samenbildung nöthigen Nahrungsstoffen enthält. Für die Blattgewächse, Rüben- und Knollengewächse ist dieses Verhältniß umgekehrt.

Es ist hiernach klar, wenn wir auf unserem Felde, welches 25,000 Kilogramme von den Bodenbestandtheilen der Weizenernte enthält, Kartoffeln und Klee bauen, und den ganzen Ertrag an Kartoffelknollen und Klee dem Felde nehmen, daß wir dem Boden in diesen beiden Feldfrüchten ebensoviel Phosphorsäure und dreimal so viel Kali entziehen wie durch drei Weizenernten. Es ist sicher, daß diese Beraubung des Bodens an diesen nothwendigen Bodenbestandtheilen durch eine andere Pflanze

Digitized by Google

auf seine Fruchtbarkeit für Weizen von großem Einfluß ist; die Höhe und Dauer der Weizenerträge nimmt ab.

Wenn wir hingegen in zwei Jahren das Feld einmal mit Weizen und dann mit Kartoffeln bestellt, und die ganze Kartoffelernte auf dem Felde gelassen, und Knollen, Kraut und Weizenstroh untergepflügt hätten, und so fort abwechselnd 60 Jahre lang, so würde dies den Ertrag an Korn, welchen es zu liefern fähig war, nicht im mindesten geändert oder vergrößert haben; das Feld hat durch den Anbau der Kartoffeln nichts gewonnen, und da man alles dem Felde ließ, nichts verloren; wenn durch die Kornernten, die man dem Felde nahm, der Vorrath von Bodenbestandtheilen auf $^3/_4$ der ursprünglich darin vorhandenen Menge herabgebracht worden ist, liefert dies Feld keine lohnende Ernte mehr, wenn $^3/_4$ einer Mittelernte dem Landwirthe keinen Gewinn mehr lassen. Ganz dasselbe tritt ein, wenn wir anstatt Kartoffeln Klee eingeschoben, und diesen Klee jedesmal wieder untergepflügt hätten. Der Boden besaß, so haben wir angenommen, die günstigste physikalische Beschaffenheit, und konnte demzufolge durch Einverleibung der organischen Substanzen des Klees und der Kartoffeln nicht verbessert werden. Auch wenn wir die Kartoffeln aus dem Felde herausgenommen, den Klee abgemäht und getrocknet, die Knollen und das Kleeheu auf einen Karren geladen und um das Feld herum oder durch den Viehstall gefahren, und dann erst wieder dem Felde zugeführt und untergepflügt, oder auch zu anderen Zwecken verbraucht, und die ganze Summe der in beiden Ernten vorhandenen Bodenbestandtheile dem Felde wiedergegeben hätten, so würde durch alle diese Operationen das Feld in 30, 60 oder 70 Jahren kein einziges Korn mehr geliefert haben, als ohne diesen Wechsel. Auf dem Felde haben sich in dieser ganzen

Digitized by Google

Zeit die Bedingungen zur Kornbildung nicht vermehrt, die Ursache der Abnahme der Erträge ist die nämliche geblieben.

Das Unterpflügen der Kartoffeln und des Klees konnte nur auf diejenigen Felder eine nützliche Wirkung haben, welche nicht die günstigste physikalische Beschaffenheit hatten, oder in welchen die vorhandenen Bodenbestandtheile ungleich vertheilt und zum Theil für die Pflanzenwurzeln unzugänglich waren; aber diese Wirkung ist der der Gründüngung oder eines oder mehrerer Brachjahre ganz gleich.

Durch die Einverleibung des Klees und der organischen Bestandtheile in den Boden nahm sein Gehalt an verwesenden Stoffen und Stickstoff von Jahr zu Jahr zu. Alles was diese Gewächse aus der Atmosphäre empfingen, blieb im Boden, aber die Bereicherung an diesen sonst so nützlichen Stoffen kann nicht bewirken, daß er im Ganzen mehr Korn erzeugt als zuvor, denn die Kornerzeugung hängt von dem Verhältniß der im Felde vorhandenen Menge von Aschenbestandtheilen ab, und diese sind nicht vermehrt worden, sie haben in Folge der Kornausfuhr stetig abgenommen. Durch die Zunahme von Stickstoff und verwesenden organischen Materien im Felde konnten die Erträge möglicherweise eine Reihe von Jahren hindurch gesteigert werden, allein der Zeitpunkt, wo dieses Feld keine lohnenden Ernten mehr liefert, tritt in diesem Falle um so früher ein.

Wenn wir von drei Weizenfeldern das eine mit Weizen, die beiden anderen mit Kartoffeln und Klee bestellen und allen geernteten Klee, alle Kartoffelknollen auf dem Weizenfelde anhäufen und unterpflügen, dem wir nur das Korn genommen, so ist dieses Weizenfeld jetzt fruchtbarer als zuvor, denn es ist um die ganze Summe von Bodenbestandtheilen reicher geworden, welche die beiden anderen Felder an die Kartoffel- und die Kleepflanze abgegeben hatten; an Phosphorsäure empfing es drei-

Digitized by Google

mal, an Kali zwanzigmal mehr, als das geerntete und ausgeführte Korn enthielt.

Dieses Weizenfeld wird in drei auf einander folgenden Jahren jetzt drei volle Kornernten liefern können, denn die Bedingungen zur Strohbildung sind ungeändert geblieben, während die der Kornerzeugung um das Dreifache vermehrt wurden. Wenn der Landwirth in dieser Weise in drei Jahren ebensoviel Korn erzeugt, als er ohne die Hinzuziehung und Mitwirkung der Bodenbestandtheile des Klees und der Kartoffeln auf denselben Feldern in fünf Jahren erzeugt haben würde, so ist offenbar sein Gewinn jetzt größer geworden, denn mit drei Saatkörnern hat er ebensoviel geerntet, als in dem andern Falle mit fünf; aber was das Weizenfeld an Fruchtbarkeit gewonnen, haben die beiden anderen Felder verloren, und das Endresultat ist, daß er mit Ersparung an Culturkosten und mit mehr Gewinn als vorher, seine drei Felder der Periode der Erschöpfung entgegengeführt hat, der sie unabwendbar durch die bleibende Ausfuhr der Bodenbestandtheile im Korn verfallen müssen.

Der letzte Fall, den wir zu betrachten haben, ist, wenn der Landwirth anstatt Kartoffeln und Klee, Rüben und Luzerne baut, welche vermöge ihrer langen, tiefgehenden Wurzeln eine große Menge von Bodenbestandtheilen aus dem Untergrunde holen, den die große Mehrzahl der Wurzeln der Getreidepflanzen nicht erreicht. Wenn die Felder einen solchen Untergrund besitzen, welcher die Cultur dieser Gewächse gestattet, so stellt sich das Verhältniß etwa so, wie wenn sich die culturfähige Oberfläche verdoppelt hätte. Empfangen die Wurzeln dieser Pflanzen die eine Hälfte ihrer mineralischen Nahrungsmittel vom Untergrunde und die andere von der Ackerkrume, so wird die letztere durch die Ernte nur halb so viel verlieren, als sie durch eben diese

Digitized by Google

Pflanzen verloren haben würde, wenn sie alle von der Ackerkrume genommen worden wären.

Als ein von der Ackerkrume getrenntes Feld gedacht, giebt hiernach der Untergrund an die Rüben- und Luzernepflanzen eine gewisse Quantität von Bodenbestandtheilen ab, und wenn die ganze Rüben- und Luzerne-Ernte im Herbst auf dem Weizenfelde untergepflügt worden wäre, welches eine mittlere Ernte Weizenkorn geliefert hat, und dieses ebensoviel oder mehr empfängt, als es in dem Korn verloren hat, so kann dieses Weizenfeld in dieser Weise auf Kosten des Untergrundes ebenso lange auf einem gleichbleibenden Zustande der Fruchtbarkeit erhalten werden, als derselbe fruchtbar für Rüben und Luzerne bleibt.

Da aber die Rüben und Luzerne zu ihrer Entwickelung eine sehr große Menge Bodenbestandtheile bedürfen, so ist der Untergrund um so früher erschöpft, je weniger er davon enthält, und da er in Wirklichkeit von der Ackerkrume nicht getrennt ist, sondern unterhalb derselben liegt, so kann er von allen den Bestandtheilen, die er verloren hat, kaum etwas zurückempfangen, weil die Ackerkrume den ihr davon zugeführten Theil zurückhält; nur dasjenige Kali, Ammoniak, die Phosphorsäure, Kieselsäure, welche die Ackerkrume nicht festhält und bindet, können in den Untergrund gelangen.

Durch die Cultur dieser tiefwurzelnden Gewächse kann mithin ein Ueberschuß von Nahrungsstoffen für alle Gewächse gewonnen werden, die ihre Nahrung vorzugsweise aus der Ackerkrume schöpfen; aber dieser Zufluß hat keine Dauer; in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit gedeihen die Gewächse auf vielen Feldern nicht mehr, weil der Untergrund erschöpft und seine Fruchtbarkeit nur schwierig wiederherstellbar ist.

Wenn ein Landwirth auf drei Feldern Kartoffeln, Korn und Wicken oder Klee abwechselnd baut, oder ein Feld mit Kartoffeln,

Digitized by Google

Korn und Wicken nach einander bestellt, und die geernteten Feldfrüchte — das Korn, die Kartoffelknollen und die Wicken — verkauft und so fortfährt viele Jahre lang, ohne zu düngen, so sagt uns Jeder das Ende dieser Wirthschaft voraus; er sagt uns, daß ein Betrieb dieser Art auf die Dauer unmöglich sei; welche Culturpflanzen man auch wählen möge, welche Varietät von einem Halmgewächs, Knollen- oder andern Gewächs, und in welcher Reihenfolge — das Feld wird zuletzt in einen Zustand versetzt, in welchem man von dem Halmgewächs nur das Saatkorn, von den Kartoffeln keine Knollen mehr erntet, und wo die Wicke oder der Klee nach der ersten Entwickelung wieder zu Grunde gehen.

Aus diesen Thatsachen folgt unwidersprechlich, daß es kein Gewächs giebt, das den Boden schont, und keines, das ihn bereichert. Der praktische Landwirth ist durch unzählige Thatsachen belehrt, daß in vielen Fällen von einer Vorfrucht das Gedeihen einer Nachfrucht abhängig ist, und daß es nicht gleichgültig ist, in welcher Ordnung er seine Pflanzen baut; durch die vorangehende Cultur einer Hackfrucht oder eines Gewächses mit starker Wurzelverzweigung wird der Boden für eine nachfolgende Halmfrucht geeigneter gemacht. Das Halmgewächs gedeiht besser, und zwar ohne Anwendung (mit Schonung) von Mist und giebt einen reicheren Ertrag. Für zukünftige Ernten ist aber an Mist weder geschont, noch ist das Feld an den Bedingungen seiner Fruchtbarkeit reicher geworden. Nicht die Summe der Nahrung wurde vermehrt, sondern die wirkenden Theile dieser Summe wurden vermehrt und ihre Wirkung in der Zeit beschleunigt.

Der physikalische und chemische Zustand des Feldes wurde verbessert, der chemische Bestand nahm ab; alle Gewächse ohne

Digitized by Google

Ausnahme erschöpfen den Boden, jedes in seiner Weise, an den Bedingungen ihrer Wiedererzeugung.

In seinen Feldfrüchten verkauft der Landwirth sein Feld; er verkauft in ihnen gewisse Bestandtheile der Atmosphäre, welche seinem Boden von selbst zufließen, und gewisse Bestandtheile des Bodens, welche sein Eigenthum sind und die dazu gedient haben, aus den atmosphärischen Bestandtheilen den Pflanzenleib zu bilden, von dem sie selbst Bestandtheile ausmachen; indem er diese Feldfrüchte veräußert, raubt er dem Felde die Bedingungen ihrer Wiedererzeugung; eine solche Wirthschaft trägt mit Recht den Namen einer Raubwirthschaft.

Die Bodenbestandtheile sind sein Capital, die atmosphärischen Nahrungsstoffe die Zinsen seines Capitals: mit den einen erzeugt er die anderen. In den Feldfrüchten veräußert er einen Theil seines Capitals und die Zinsen, in den Bodenbestandtheilen kehrt sein Capital auf das Feld, d. h. in seine Hand zurück.

Der einfachste Verstand sieht ein, und alle Landwirthe stimmen darin überein, daß man in einer Wirthschaft den Klee, die Rüben, das Heu ꝛc. nicht veräußern könne ohne den entschiedensten Nachtheil für die Korncultur.

Ein Jeder giebt bereitwillig zu, daß die Kleeausfuhr die Kornultur beeinträchtige, daß aber die Kornausfuhr die Kleecultur beeinträchtige, dies ist ein für die meisten Landwirthe ganz unfaßbarer, ja unmöglicher Gedanke.

Die gegenseitigen naturgesetzlichen Beziehungen beider sind aber sonnenklar. Die Aschenbestandtheile des Klees und des Korns sind die Bedingungen zur Klee- und Kornerzeugung, und den Elementen nach identisch.

Der Klee braucht zu seiner Erzeugung eine gewisse Quantität Phosphorsäure, Kali, Kalk, Bittererde wie das Korn; die

Digitized by Google

in dem Klee enthaltenen Bodenbeſtandtheile ſind gleich denen des Korns plus einem gewiſſen Ueberſchuß an Kali, Kalk und Schwefelſäure. Der Klee empfängt dieſe Beſtandtheile vom Boden, das Halmgewächs empfängt ſie — man kann es ſich ſo denken — vom Klee. Wenn man demnach den Klee veräußert, ſo führt man aus die Bedingungen zur Kornerzeugung, es bleibt im Boden weniger für das Korn zurück; veräußert man das Korn, ſo fällt in einem folgenden Jahre eine Kleeernte aus, denn in dem Korn veräußert man einige der unentbehrlichſten Bedingungen zu einer Kleeernte.

Der Bauer drückt dieſe Wirkung des Futtergewächſes in ſeiner eigenen Weiſe aus, indem er ſagt: es verſtehe ſich von ſelbſt, daß man den Miſt nicht verkaufen dürfe; ohne Miſt ſei eine dauernde Cultur nicht möglich und in den Futtergewächſen verkaufe man ſeinen Miſt; daß er aber in ſeinem Korn ſeinen Miſt dennoch verkauft, dies ſieht ſelbſt die große Mehrzahl der erleuchtetſten Landwirthe nicht ein. Der Miſt enthält alle Bodenbeſtandtheile des Futters, und dieſe beſtehen aus den Bodenbeſtandtheilen des Korns plus einer gewiſſen Menge Kali, Kalk, Schwefelſäure. Es iſt leicht verſtändlich, da der ganze Miſthaufen aus Theilen beſteht, daß er auch keinen Theil davon veräußern darf, und wenn es möglich wäre, die Bodenbeſtandtheile des Korns durch irgend ein Mittel von den anderen zu ſcheiden, ſo würden gerade dieſe für den Bauer den höchſten Werth haben, denn dieſe bedingen die Cultur des Korns. Dieſe Scheidung findet aber ſtatt in der Cultur des Korns, denn dieſe Bodenbeſtandtheile des Miſtes werden zu Beſtandtheilen des Korns, und in dem Korn verkauft er einen Theil, und zwar den wirkſamſten Theil ſeines Miſtes.

Zwei Miſthaufen von gleichem Anſehen und anſcheinend gleicher Beſchaffenheit können für die Korncultur einen ſehr un-

Digitized by Google

gleichen Werth haben; wenn in dem einen Haufen sich doppelt so viel von Aschenbestandtheilen des Korns als in dem anderen befinden, so hat der erstere den doppelten Werth. Durch die Ausfuhr der Bodenbestandtheile des Korns, welche das Korn von dem Mist empfing, nimmt dessen Wirksamkeit für künftige Kornernten stetig ab.

Von welchem Gesichtspunkte man demnach die Ausfuhr des Korns oder irgend einer anderen Feldfrucht betrachten mag, für den Landwirth, der die ausgeführten Bodenbestandtheile nicht ersetzt, ist die Wirkung immer eine Erschöpfung des Bodens. Die dauernde Ausfuhr von Korn macht den Boden unfruchtbar für Klee oder raubt dem Mist seine Wirksamkeit.

In unseren erschöpften Feldern finden die Wurzeln der Halmgewächse in den oberen Schichten der Ackerkrume den ganzen Gehalt an Nahrung für einen vollen Ertrag nicht mehr vor, und der Landwirth baut deshalb auf diesen andere Pflanzen an, die wie die Futter- und Wurzelgewächse mit ihren weitverzweigten tiefgehenden Wurzeln nach allen Richtungen hin den Boden durchwühlen, deren mächtige Wurzeloberflächen den Boden aufschließen, und die Bestandtheile sich aneignen, welche das Halmgewächs zur Samenbildung bedarf. In den Wurzelrückständen dieser Pflanzen, in den Bestandtheilen des Krauts, der Wurzeln und der Knollen, welche der Landwirth den obersten Schichten der Ackerkrume in der Form von Mist zuführt, hat er die zu einem oder mehreren vollen Erträgen mangelnden Kornbestandtheile ergänzt und concentrirt; was davon unten und überall war, ist jetzt oben. Der Klee und die Futtergewächse waren nicht die Erzeuger der Bedingungen der höheren Kornerträge, so wenig wie die Lumpensammler die Erzeuger der Bedingungen für die Papierfabrikation sind, sondern einfach die Sammler derselben.

Digitized by Google

Aus den vorhergehenden Auseinandersetzungen ergiebt sich, daß die Cultur der Gewächse den fruchtbaren Boden erschöpft und unfruchtbar macht; in den Früchten seiner Felder, welche zur Ernährung der Menschen und Thiere dienen, führt der Landwirth einen Theil seines Bodens, und zwar die zu ihrer Erzeugung dienenden wirksamen Bestandtheile desselben aus; fortwährend nimmt die Fruchtbarkeit seiner Felder ab, ganz gleichgültig, welche Pflanzen er baut, und in welcher Ordnung er sie baut. Die Ausfuhr seiner Früchte ist nichts Anderes, als eine Beraubung seines Bodens an den Bedingungen ihrer Wiedererzeugung.

Ein Feld ist nicht erschöpft für Korn, für Klee, für Taback, für Rüben, so lange es noch lohnende Ernten ohne Wiedererſatz der entzogenen Bodenbestandtheile liefert; es ist erschöpft von dem Zeitpunkte an, wo ihm die fehlenden Bedingungen seiner Fruchtbarkeit durch die Hand des Menschen wiedergegeben werden müssen. Die große Mehrzahl aller unserer Culturfelder ist in diesem Sinne erschöpft.

Das Leben der Menschen, Thiere und Pflanzen ist auf das engste geknüpft an die Wiederkehr aller Bedingungen, welche den Lebensproceß vermitteln. Der Boden nimmt durch seine Bestandtheile Theil an dem Leben der Gewächse, eine dauernde Fruchtbarkeit ist undenkbar und unmöglich, wenn die Bedingungen nicht wiederkehren, die ihn fruchtbar gemacht haben.

Der mächtigste Strom, welcher Tausende von Mühlen und Maschinen in Bewegung setzt, versiegt, wenn die Flüsse und Bäche versiegen, die ihm das Wasser zuführen, und die Flüsse und Bäche versiegen, wenn die vielen kleinen Tropfen, woraus sie bestehen, in dem Regen an die Orte nicht wieder zurückkehren, von denen aus ihre Quellen entspringen.

Ein Feld, welches durch eine Aufeinanderfolge von Culturen verschiedener Gewächse seine Fruchtbarkeit verloren hat, empfängt

Digitized by Google

das Vermögen, eine neue Reihe von Ernten derselben Gewächse zu liefern, durch Düngung mit Mist.

Was ist der Mist, und woher stammt der Mist? Aller Mist stammt von den Feldern des Landwirths; er besteht aus dem Stroh, welches als Streu gedient hat, aus Pflanzenresten und aus den flüssigen und festen Excrementen der Thiere und Menschen. Die Excremente stammen von der Nahrung.

In dem Brote, welches der Mensch täglich genießt, verzehrt er die Aschenbestandtheile der Getreidesamen, deren Mehl zur Bereitung des Brotes gedient hat, in dem Fleische die Aschenbestandtheile des Fleisches.

Das Fleisch der pflanzenfressenden Thiere, sowie dessen Aschenbestandtheile stammen von den Pflanzen ab, sie sind identisch mit den Aschenbestandtheilen der Samen der Leguminosen, so daß ein ganzes Thier zu Asche verbrannt, eine Asche hinterläßt, die von der Asche von Bohnen, Linsen und Erbsen nicht sehr viel abweicht.

In dem Brote und Fleische verzehrt mithin der Mensch die Aschenbestandtheile von Samen, oder von Samenbestandtheilen, welche der Landwirth in Form von Fleisch seinen Feldern abgewinnt.

Von der großen Menge aller Mineralsubstanzen, welche der Mensch während seines Lebens in seiner Nahrung aufnimmt, bleibt in seinem Körper nur ein sehr kleiner Bruchtheil zurück. Der Körper eines erwachsenen Menschen nimmt von Tage zu Tage am Gewicht nicht zu, woraus sich von selbst ergiebt, daß alle Bestandtheile seiner Nahrung vollständig wieder aus seinem Körper ausgetreten sind.

Die chemische Analyse weist nach, daß die Aschenbestandtheile des Brotes und Fleisches in seinen Excrementen sehr nahe in eben der Menge wie in der Nahrung enthalten sind; die

Digitized by Google

Nahrung verhielt ſich in ſeinem Leibe, wie wenn ſie in einem Ofen verbrannt worden wäre.

Der Harn enthält die im Waſſer löslichen, die Fäces die unlöslichen Aſchenbeſtandtheile der Nahrung; die ſtinkenden Beſtandtheile ſind der Rauch und Ruß einer unvollkommenen Verbrennung; außer dieſen ſind unverdaute oder unverdauliche Nahrungsreſte beigemengt.

Die Excremente des mit Kartoffeln gefütterten Schweines enthalten die Aſchenbeſtandtheile der Kartoffeln, die des Pferdes die Aſchenbeſtandtheile des Heues und Hafers, die des Rindviehs die Aſche der Rüben, des Klees ꝛc., die zu ihrer Ernährung gedient haben. Der Stallmiſt beſteht aus einem Gemenge aller dieſer Excremente zuſammen.

Durch den Stallmiſt kann die Fruchtbarkeit eines durch die Cultur erſchöpften Feldes vollkommen wieder hergeſtellt werden; dies iſt eine durch die Erfahrung von Jahrtauſenden vollkommen feſtgeſtellte Thatſache.

In dem Stallmiſt empfängt das Feld eine gewiſſe Quantität von organiſchen, d. h. verbrennlichen Stoffen und Aſchenbeſtandtheilen der verzehrten Nahrung. Es iſt jetzt die Frage zu erörtern, welchen Antheil die verbrennlichen und unverbrennlichen Beſtandtheile des Miſtes an dieſer Wiederherſtellung der Fruchtbarkeit hatten.

Die oberflächlichſte Betrachtung eines Culturfeldes giebt zu erkennen, daß alle verbrennlichen Beſtandtheile der Gewächſe, welche auf dem Felde geerntet werden, aus der Luft und nicht vom Boden ſtammen.

Wenn der Kohlenſtoff nur eines Theils der geernteten Pflanzenmaſſe von dem Boden geliefert würde, ſo iſt es klar, daß wenn er eine gewiſſe Summe vor der Ernte davon enthält, dieſe Summe nach jeder Ernte kleiner werden müßte. Ein an organiſchen

Digitized by Google

Stoffen armer Boden müßte minder fruchtbar sein als ein daran reicher.

Die Beobachtung zeigt, daß ein in Cultur gehaltener Boden in Folge der Culturen nicht ärmer an organischen oder verbrennlichen Stoffen wird. Der Boden einer Wiese, von welcher man per Hectare in 10 Jahren tausend Centner Heu gewonnen hat, ist nach diesen 10 Jahren an organischen Stoffen nicht ärmer, sondern reicher wie zuvor. Ein Kleefeld behält nach der Ernte in den Wurzeln, die dem Felde verbleiben, mehr organische Stoffe, mehr Stickstoff als es ursprünglich enthielt; nach einer Reihe von Jahren ist es aber unfruchtbar für den Klee geworden, es liefert keine lohnende Ernte mehr.

Ein Weizenfeld, ein Kartoffelfeld ist nach der Ernte nicht ärmer an organischen Stoffen als vorher. Im Allgemeinen bereichert die Cultur den Boden an verbrennlichen Bestandtheilen, aber seine Fruchtbarkeit nimmt dennoch stetig ab; nach einer Reihe von aufeinanderfolgenden lohnenden Ernten von Korn, Rüben und Klee gedeihen das Korn, die Rüben, der Klee auf demselben Felde nicht mehr.

Da nun das Vorhandensein von verwesbaren organischen Stoffen im Boden dessen Erschöpfung durch Culturen nicht im mindesten aufhält oder aufhebt, so kann durch eine Vermehrung dieser Stoffe die verlorene Ertragsfähigkeit unmöglich wieder hergestellt werden. In der That gelingt es nicht, einem völlig erschöpften Felde durch Einverleibung von ausgekochten Sägespänen oder von Ammoniaksalzen, oder durch beide zusammen die Fähigkeit wiederzugeben, dieselbe Reihe von Ernten zum zweiten- und drittenmal zu liefern. Wenn diese Stoffe die physikalische Beschaffenheit des Bodens verbessern, so üben sie einen günstigen Einfluß auf die Erträge aus; allein ihre Wirkung ist

Digitized by Google

zuletzt immer die, daß sie die Erschöpfung der Felder beschleunigen und vollständiger machen.

Der Stallmist stellt aber die Fähigkeit des Feldes, dieselben Reihen von Ernten zum zweiten, dritten und hundertsten Male zu liefern, auf das vollständigste wieder her; der Stallmist hebt den Zustand der Erschöpfung des Feldes je nach seiner Quantität völlig auf, seine Zufuhr macht das Feld fruchtbarer, in vielen Fällen mehr als es gewesen ist.

Von den beigemengten verbrennlichen Stoffen (von Ammoniaksalzen und der Substanz verwesender Sägespäne) kann die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit durch den Stallmist nicht bedingt gewesen sein; wenn diese eine günstige Wirkung hatten, so war sie untergeordneter Natur. Die Wirkung des Stallmistes beruht ganz unzweifelhaft auf seinem Gehalt an den unverbrennlichen Aschenbestandtheilen der Gewächse, die er enthält, und wird durch diese bedingt.

In dem Stallmist empfing das Feld in der That eine gewisse Menge von allen den Bodenbestandtheilen wieder, welche dem Felde in den darauf geernteten Früchten entzogen worden waren; die Abnahme der Fruchtbarkeit des Feldes stand im Verhältniß zu der Beraubung, die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit sehen wir im Verhältniß stehen zu dem Ersatz an diesen Bodenbestandtheilen.

Die unverbrennlichen Elemente der Culturgewächse kehren nicht von selbst auf die Felder zurück, wie die verbrennlichen in das Luftmeer, aus dem sie stammen; durch die Hand des Menschen allein kehren die Bedingungen des Lebens der Gewächse auf die Felder zurück; in dem Stallmist, in dem sie enthalten sind, stellt der Landwirth naturgesetzlich die verlorene Ertragsfähigkeit wieder her.

Digitized by Google

Die Stallmistwirthschaft.

Die allgemeinen Auseinandersetzungen in dem vorhergehenden Abschnitte über das Verhalten des Bodens zu den Pflanzen und der Pflanzen zu dem Boden, sowie über den Ursprung und die Natur des Stallmistes werden, wie ich hoffe, den Leser in den Stand setzen, in eine genaue Untersuchung aller derjenigen Erscheinungen einzugehen, welche der praktische Betrieb in der Stallmistwirthschaft darbietet; es ist zu erörtern: in welcher Weise der Stallmist die Erträge eines Feldes steigert, auf welchen Bestandtheilen des Mistes seine Wirkung beruht, welche Quantität von Stallmist auf einem Felde gewonnen werden kann und in welchen Zustand das Feld nach einer Reihe von Jahren durch die Stallmistwirthschaft versetzt wird.

Von dieser Untersuchung sind selbstverständlich ausgeschlossen alle Wirkungen des Stallmistes, die sich durch Maaß und Zahl nicht bestimmen lassen; dahin gehören sein Einfluß auf die Lockerheit oder den Zusammenhang des Bodens und seine erwärmende Wirkung durch die Wärmeentwicklung seiner im Boden verwesenden Bestandtheile.

Digitized by Google

Die Thatsachen, auf welche sich diese Untersuchung erstreckt, sind aus der Praxis selbst genommen und meine Wahl ist mir wesentlich erleichtert worden durch die umfassende Reihe von Versuchen, welche auf Veranlassung des Generalsecretärs der landwirthschaftlichen Vereine im Königreiche Sachsen, Dr. Reuning, im Jahre 1851 von einer Anzahl sächsischer Landwirthe in der Absicht angestellt wurden: »unter den verschiedensten Verhältnissen die Wirkung sog. künstlicher Düngmittel, zum Behufe ihrer weiteren Verbreitung festzustellen;« sie wurden bis zum Jahr 1854 fortgesetzt und jede Versuchsreihe umfaßte einen Umlauf von Roggen — Kartoffeln — Hafer — Klee; die Landwirthe wurden ersucht, Knochenmehl, Repskuchenmehl, Guano und Stallmist auf je einen sächsischen Acker vergleichend mit einer ungedüngten Fläche von derselben Größe anzuwenden und die Erträge durch die Wage zu bestimmen.

Unter allen Versuchen ähnlicher Art, die seit Jahrhunderten angestellt worden sind, besitzen diese Versuche, von denen ausdrücklich gesagt ist, »daß sie ohne directen wissenschaftlichen Zweck« unternommen worden sind, den höchsten wissenschaftlichen Werth nicht nur wegen ihres Umfanges, sondern weil durch sie eine Reihe von Thatsachen unzweifelhaft festgestellt sind, die als Grundlagen für wissenschaftliche Schlüsse für alle Zeiten ihre Geltung behalten, und es ist die Wissenschaft dem trefflichen Manne, der diese Versuche veranlaßt hat, und den wackern Männern, die sich dieser Aufgabe so bereitwillig unterzogen haben, den größten Dank schuldig, und nur zu bedauern, daß nicht bei allen die vorgeschlagenen Versuche auf ungedüngten Feldern zur Ausführung kamen.

Es liegt auf der Hand, daß sich die Wirkung, welche die Stallmistdüngung auf ein Feld hat, nur dann beurtheilen läßt, wenn man vorher weiß, welche Erträge das Feld ohne alle

Digitized by Google

Düngung liefert, und wir betrachten hier zuvörderſt die Erträge, welche fünf Acker Feld an fünf verſchiedenen Orten des Königreichs Sachſen in dem erwähnten Umlauf von vier Jahren hervorgebracht haben.

Ungedüngt:

Vorfrucht	? Gunnersdorf	Gemenge Mäuſegaſt	Weißklee Kötitz	Rothklee Oberbobritzſch	Gras Oberſchöna
1851 Roggen Korn.	1176 Pfd.	2238 Pfd.	1264 Pfd.	1453 Pfd.	708 Pfd.
Stroh	2951 „	4582 „	3013 „	3015 „	1524 „
1852 Kartoffel	16667 „	16896 „	18577 „	9751 „	11095 „
1853 Hafer Korn.	2019 „	1289 „	1339 „	1528 „	1082 „
Stroh	2563 „	1840 „	1357 „	1812 „	1714 „
1854 Kleeheu	9144 „	5583 „	1095 „	911 „	0

An dieſe Reſultate knüpfen ſich folgende Betrachtungen:

Unter ungedüngten Feldern ſind in den obigen Verſuchen Felder in dem Zuſtande verſtanden, in welchen ſie am Ende einer Rotation durch eine Reihe aufeinanderfolgender Ernten verſetzt worden waren.

Am Anfange dieſer Rotation waren dieſe Felder gedüngt worden und würden, auf's Neue gedüngt, ähnliche Erträge wie vorher wieder hervorgebracht haben. An ihren Erträgen im gedüngten Zuſtande haben die Beſtandtheile des Bodens

Digitized by Google

und die des Düngers einen beſtimmten Antheil gehabt; ungedüngt würde der Ertrag kleiner ausgefallen ſein; wenn man nun den Mehrertrag im Verlaufe der Rotation dem zugeführten Stallmiſte zuſchreibt und annimmt, daß in den Ernten die Stallmiſt-Beſtandtheile wieder hinweggenommen worden ſeien, was nicht in allen Fällen richtig iſt, ſo befindet ſich das Feld am Ende der Rotation in dem Zuſtande, den es am Anfang derſelben, ehe es gedüngt worden iſt, beſaß. Man kann hiernach ohne einen großen Fehler zu begehen annehmen, daß die Erträge, die ein Stück Feld in einer neuen Rotation, ohne Düngung, an verſchiedenen Feldfrüchten liefert, im Verhältniſſe ſtehen werden zu ſeinem Gehalte an aſſimilirbaren Nährſtoffen in ſeinem natürlichen Zuſtande, und es laſſen ſich hiernach aus den ungleichen Erträgen, welche zwei Felder in einem ſolchen Zuſtande liefern, rückwärts mit annähernder Sicherheit gewiſſe Ungleichförmigkeiten in dem Gehalte oder der Beſchaffenheit der Felder erſchließen.

Schlüſſe dieſer Art ſind allerdings nur in ſehr engen Grenzen zuläſſig, denn wenn man zwei Felder, die in derſelben oder verſchiedener Gegend liegen, in dieſer Weiſe miteinander vergleichen will, ſo wirken bei jedem verſchiedene Factoren auf die Erträge ein, die ſie ungleich machen, auch bei ſonſt identiſcher Bodenbeſchaffenheit.

Wenn z. B. zwei Felder mit einer und derſelben Halmpflanze im ungedüngten Zuſtande beſtellt werden, ſo iſt es für die Erträge an Korn und Stroh nicht gleichgültig, welche Frucht dem Halmgewächs vorangegangen iſt; wenn die Vorfrucht (d. h. die letzte in der vorhergegangenen Rotation) bei dem einen Felde Klee, bei dem andern Hafer war, ſo fallen die Erträge verſchieden aus, auch wenn die Bodenbeſchaffenheit urſprünglich identiſch war, und ſie ſind alsdann nur als Merkzeichen des Zu-

Digitized by Google

ſtandes anzuſehen, in welchen das Feld durch die Vorfrucht verſetzt worden iſt.

Der nördliche oder ſüdliche Hang in hügeligen Gegenden macht bei einer ſolchen Vergleichung zweier Felder einen Unterſchied, ebenſo die Höhe über dem Meere, von welcher die Regenmenge eines Ortes abhängt. Ein Regenfall, den zu einer günſtigen Zeit ein Feld mehr als das andere empfängt, ändert ebenfalls bei gleicher Bodenbeſchaffenheit den Ernteertrag.

Man hat zuletzt bei Beurtheilung des Zuſtandes und der Beſchaffenheit eines Feldes in der angedeuteten Weiſe die Witterung im Vorjahre zu berückſichtigen.

Der Ertrag, den ein Feld in einem Jahre liefert, iſt immer der Maximalertrag, den es unter den gegebenen Verhältniſſen liefern konnte, unter günſtigeren äußeren, d. h. Witterungs-Verhältniſſen, würde das Feld einen höheren, unter ungünſtigeren einen geringeren Ertrag, immer entſprechend ſeiner Bodenbeſchaffenheit geliefert haben.

Durch günſtige Witterung bedingte höhere Ernten verliert das Feld verhältnißmäßig mehr Nährſtoffe und ſpätere Ernten fallen um etwas niedriger aus; ſowie denn ſogenannte unfruchtbare Jahre auf die darauffolgenden wie etwa Brachjahre in halber Düngung wirken, d. h. die ſpäteren Ernten fallen auch unter gewöhnlichen Witterungsverhältniſſen nach ſchlechten Jahren günſtiger aus.

In Beziehung auf den Stroh- und Korn-Ertrag hat man bei einem Halmgewächs in Betracht zu ziehen, daß dauernde Näſſe und anhaltende Dürre das relative Verhältniß beider ändert. Dauernde Näſſe und eine hohe Temperatur begünſtigen die Blatt-, Halm- und Wurzelbildung, und indem die Pflanze nicht aufhört zu wachſen, werden die zur Samenbil-

Digitized by Google

dung ſonſt verwendbaren und vorräthigen Stoffe zur Bildung neuer Sproſſen verbraucht und es vermindert ſich die Samenernte.

Anhaltende Dürre vor oder während der Sproßzeit bringt die entgegengeſetzte Erſcheinung hervor; der in der Wurzel angeſammelte Vorrath von Bildungsſtoffen wird jetzt in weit größerem Verhältniſſe zur Samenbildung verbraucht, das Verhältniß des Strohs zum Korn wird kleiner als es unter gewöhnlichen Witterungsverhältniſſen ſein würde.

Wenn alle dieſe Verhältniſſe berückſichtigt werden, ſo bleiben bei der Betrachtung der Erträge der ungedüngten Felder in den ſächſiſchen Verſuchen nur einige ganz allgemeine Geſichtspunkte übrig, auf die hier allein näher eingegangen werden kann.

Ein Blick auf die Zahlen-Tabelle läßt erkennen, daß ein jedes Feld ein ihm eigenes Ertragsvermögen beſitzt und daß keines gleichviel Roggenkorn und Stroh, oder ebenſoviel Kartoffeln oder Haferkorn und Stroh, oder Klee hervorgebracht hat als das andere.

Vergleicht man die unzähligen in den letzten Jahren angeſtellten Düngungsverſuche, bei denen die Erträge, welche ungedüngte Stücke geliefert haben, gleichzeitig berückſichtigt wurden, ſo ſieht man, daß dieſe Wahrheit eine ganz allgemeine und ausnahmsloſe iſt; kein Feld iſt in ſeinem Ertragsvermögen einem andern gleich, ja es gibt nicht zwei Stellen in einem und demſelben Felde, welche in dieſer Beziehung einander identiſch ſind, man darf nur ein Rübenfeld betrachten, um ſogleich wahrzunehmen, daß eine jede Rübe verſchieden in Größe und Gewicht ſelbſt von derjenigen iſt, die in ihrer nächſten Nähe wächſt. Dieſe Thatſache iſt ſo allgemein bekannt und anerkannt, daß in allen Ländern, in welchen der Grund und

Digitized by Google

Boden beſteuert iſt, die Höhe der Steuer nach der ſogenannten Bonität, in manchen Ländern in acht, in anderen in zwölf oder ſechszehn Abſtufungen bemeſſen wird.

Da das Ertragsvermögen aller Felder ungleich iſt und jedes Feld die Bedingungen der Erträge nothwendig enthalten muß, welche es an irgend einer Feldfrucht liefert, ſo ſagt alſo dieſe Thatſache, daß die Bedingungen zur Erzeugung von Korn und Stroh, oder von Rüben und Kartoffeln, oder von Klee oder irgend einem anderen Gewächs in allen Feldern ungleich ſind; in dem einen ſind die Bedingungen für die Stroherzeugung vorherrſchend über die der Kornerzeugung, ein anderes enthält mehr Bedingungen für das Wachsthum der Kleepflanzen ꝛc.

Dieſe Bedingungen ſind ihrer Natur nach in Quantität und Qualität verſchieden. Unter Bedingungen, die wägbar und meßbar ſind, können natürlich hier nur Nährſtoffe gemeint ſein.

In Beziehung auf die Menge der Nährſtoffe in einem Felde geben die Erträge eines Feldes keinen Aufſchluß. Man kann alſo daraus, daß das Feld in Mäuſegaſt doppelt ſo viel Korn und 1/3 mehr Stroh lieferte, als das in Cunnersdorf, nicht ſchließen, daß es im Ganzen in eben dem Verhältniſſe reicher geweſen ſei an den Bedingungen der Korn- und Stroherzeugung, denn das Cunnersdorfer Feld lieferte zwei Jahre nachher immer ohne Düngung die Hälfte mehr Haferkorn und Stroh als das zu Mäuſegaſt und im vierten Jahre über 60 Procent mehr Klee. Der Klee hat aber einige der wichtigſten Nährſtoffe des Korns ebenſo nothwendig wie das Korn und die Nährſtoffe der Haferpflanze ſind identiſch mit denen des Roggens.

Der höhere Ertrag, den ein Feld an irgend einem Culturgewächs über ein anderes liefert, zeigt nur an, daß die Wur-

Digitized by Google

zeln deſſelben auf ihrem Wege abwärts an gewiſſen Orten in dem einen Boden mehr Theile von der Summe der Nährſtoffe, die darin enthalten waren, im aufnahmsfähigen Zuſtande angetroffen und aufgenommen haben als in dem andern und nicht, daß die Summe im Ganzen größer war als in dem andern; denn dieſes andere hätte möglicher Weiſe ſehr viel mehr — der Summe nach — an Nährſtoffen enthalten können, aber nicht in dem Zuſtande, in welchem ſie erreichbar oder aufnahmsfähig für die Wurzeln der Pflanzen waren.

Hohe Erträge ſind ganz ſichere Merkzeichen des aufnahmsfähigen Zuſtandes der Nährſtoffe durch die Wurzeln und ihrer Zugänglichkeit im Boden, und nur an der Dauer der hohen Erträge läßt ſich der Gehalt oder die Menge der Nährſtoffe im Boden erkennen.

Die hohen Erträge, welche ein Feld vor einem andern liefert, werden dadurch bedingt, daß die Theile der Nährſtoffe in dem einen Felde näher bei einander liegen, als in dem anderen; ſie ſind abhängig von der Dichtheit der Nährſtoffe. Was hierunter zu verſtehen iſt, dürfte vielleicht die folgende Tafel verſinnlichen.

Digitized by Google

Cunnersdorf. Mäusegast. Kötitz. Oberbobritzsch. Oberschöna.

Fig. I. 1851. Winterroggen.

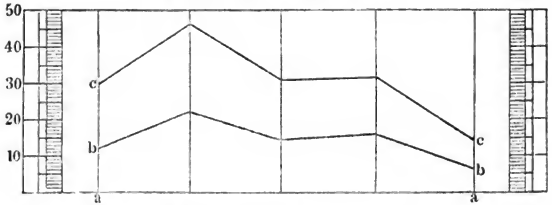


Fig. II. 1852. Kartoffeln.

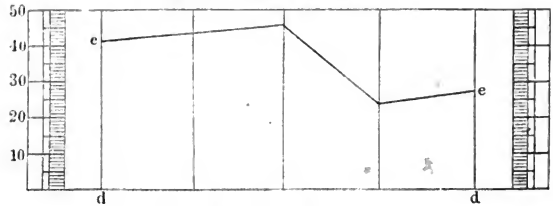


Fig. III. 1853. Hafer.

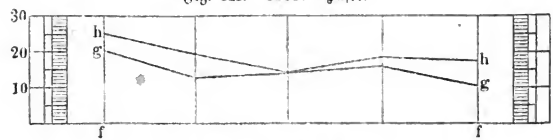
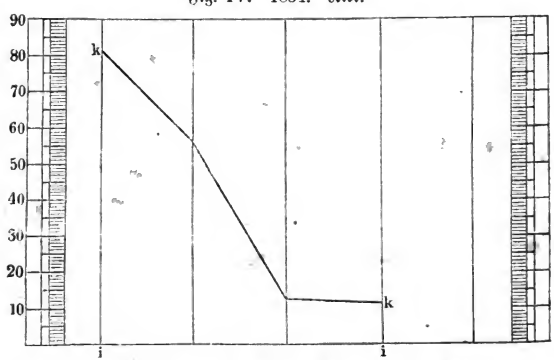


Fig. IV. 1854. Klee.



Cunnersdorf. Mäusegast. Kötitz. Oberbobritzsch. Oberschöna.

Digitized by Google

In der mit I. bezeichneten Figur ſtellen die ſenkrechten Linien a b den Korn-, a c den Strohertrag, in der Figur II. die Linien d e den Kartoffelertrag, in III. die Linien f g den Haferkorn-, f h den Haferſtroh-Ertrag, in IV. die Linien i k den Kleeertrag auf den ungedüngten Stücken in den ſächſiſchen Verſuchen dar.

Wenn wir uns nun denken, daß die Wurzeln der Roggen- und der anderen Pflanzen auf den verſchiedenen Feldern die nämliche Länge und Beſchaffenheit hatten, ſo iſt es ſicher, daß die Wurzeln der Kornpflanzen auf dem Felde in Mäſegaſt auf ihrem Wege abwärts in der Erde ſehr viel mehr Nährſtoffe antrafen, als in Cunnersdorf; die Kornlinie in Mäſegaſt iſt doppelt ſo hoch, die Strohlinie $^1/_3$ höher als die in Cunnersdorf.

Bei einer gleichen Anzahl von Pflanzen und gleicher Wurzellänge lagen gewiſſe Nährſtoffe für das Korn in dem Boden zu Mäſegaſt doppelt ſo nahe bei einander als in Cunnersdorf. Die Linie, welche den Kleeertrag, Fig. IV., in Cunnersdorf ausdrückt, iſt zehnmal ſo hoch als in Oberbobritzſch, dies will ſagen, daß die Nährſtoffe für den Klee in dem Felde zu Oberbobritzſch zehnmal ſoweit auseinander lagen als in Cunnersdorf.

Bei der Vergleichung der Erträge mehrerer Felder wird ſich die Dichtheit der Nährſtoffe im Boden umgekehrt verhalten, wie die Höhe der Linien, welche die Erträge auf der Figuren-Tafel bezeichnen.

Je höher die Linien ſind, deſto näher, und je kürzer, deſto weiter ſind die Nährſtoffe in verſchiedenen Bodenſorten auseinanderliegend.

Die Linien, welche den Kartoffelertrag in Kötitz und Oberbobritzſch bezeichnen, verhalten ſich z. B. wie 18 : 9, der Kartoffelertrag war in Kötitz doppelt ſo hoch als in Oberbobritzſch,

Digitized by Google

hieraus folgt, daß die Entfernung der Nährſtoffe ſich in beiden Feldern umgekehrt verhält, nämlich wie 9 : 18; in dem zu Kötitz waren ſie doppelt ſo nahe, wie in dem andern.

Dieſe Betrachtungsweiſe iſt geeignet, in manchen Fällen für den Grund der Erſchöpfung eines Feldes beſtimmtere Anſichten zu gewinnen.

Durch die Korn- und Kartoffelernte wurde z. B. der Ackerkrume in Mäſegaſt Phosphorſäure und Stickſtoff genommen und die darauf folgende Gerſtenpflanze, die ebenfalls aus der Ackerkrume ihre Nahrung zieht, fand im dritten Jahre ſehr viel weniger davon vor als die Roggenpflanze, die ihr auf dem Felde vorausging.

Die Höhe der Linien a b (Fig. I) und f g (Fig. III) umgekehrt genommen zeigen, um wieviel relativ die Entfernung der Theilchen der Nährſtoffe für die Gerſtenpflanze größer geworden iſt. Das Gerſtenkorn bedarf zu ſeiner Bildung die nämlichen Nährſtoffe wie das Roggenkorn, und da der Ertrag an Roggenkorn ſich zu dem an Gerſtenkorn wie 22 : 12 verhielt, ſo heißt dies alſo umgekehrt genommen, daß die Entfernung der Nährſtoffe für das Gerſtenkorn von 12 auf 22 zugenommen hatte.

Im dritten Jahre fand die Gerſten-Wurzel auf dieſelbe Länge beinahe nur halb ſoviel Nährſtoffe für das Korn als die Roggenpflanze vor.

Dieſe Auseinanderſetzung hat nicht den Zweck, ein Maaß anzugeben, um damit die Entfernung der aufnahmsfähigen Theilchen der Nährſtoffe in der Erde zu meſſen, ſondern um den Begriff der Erſchöpfung der Felder genauer zu beſtimmen. Der Landwirth, welcher eine klare Vorſtellung davon hat, worauf die Abnahme der Ernten durch eine Reihe von aufeinanderfolgenden Culturen beruht, wird um ſo leichter dadurch in den

Digitized by Google

Stand geſetzt, die rechten Wege und Mittel aufzufinden und in Anwendung zu bringen, um das Feld wieder ebenſo ertragbar als vorher zu machen und deſſen Fruchtbarkeit wo möglich noch zu ſteigern.

Nach der allgemeinen Verſchiedenheit aller Erträge fällt in den ſächſiſchen Verſuchen ferner in die Augen die Ungleichheit in dem Verhältniſſe des Korn- und Strohertrags.

Auf 10 Gewichts-Theile Korn erntete man in Cunnersdorf 25 Gew.-Th. Stroh, in Kötitz 23 Gew.-Th., in Oberſchöna nur 21 und in Mänſegaſt nur 20 Gew.-Th. Stroh.

Die nähere Betrachtung ergibt, daß der Unterſchied vorzüglich in dem Kornertrage lag.

Die Felder zu Cunnersdorf — Kötitz — Oberbobritzſch lieferten 2951 Pfd. 3013 Pfd. 3015 Pfd. Stroh, alſo bis auf wenige Pfunde einerlei Menge Stroh, und zu der nämlichen Strohmenge verhielt ſich die Samenmenge in

Cunnersdorf — Kötitz — Oberbobritzſch
wie 11 : 12 : 14

Wenn man verſucht, ſich klar zu machen, auf was der ungleiche Samenertrag beruhte, ſo ergibt ſich damit auch zugleich der Grund der Abweichungen in deſſen Verhältniß zur Strohmenge.

Man muß ſich hier daran erinnern, daß, was man Stroh nennt, nämlich die Blätter, Halme und Wurzeln, aus dem Mehlkörper der Getreideſamen, d. h. aus Samenbeſtandtheilen entſtehen, ferner, daß dieſe Organe die Werkzeuge ſind zur Wiedererzeugung der Samenbeſtandtheile.

Die Stroherzeugung geht immer der Samenbildung voran und was von den Samenbeſtandtheilen zur Herſtellung der Werkzeuge dient, kann nicht zu Samen werden, oder je mehr Samenbeſtandtheile zu Strohbeſtandtheilen in der gegebenen

Digitized by Google

Wachsthumszeit geworden sind, desto weniger bleibt davon zur Samenbildung bei ihrem Abschluß zurück. (Siehe Seite 51.)

Vor der Blüthe sind alle Samenbestandtheile Bestandtheile des Strohs, nach der Blüthe tritt eine Theilung ein. Die Menge des Strohs hängt demnach ab, bei sonst gleichgünstigen Boden- und Witterungs-Verhältnissen, von der Menge der zur Stroherzeugung nöthigen Samenbestandtheile.

Die Menge der Samen hängt ab von dem in der ganzen Pflanze vorhandenen Reste, der zur Vermehrung und Vergrößerung der Blätter, Halme und Wurzeln nicht weiter in Anspruch genommenen Samenbestandtheile.

Wenn wir denjenigen Theil der Kornbestandtheile, welche zu Samen werden können, mit K, den andern Bruchtheil der nämlichen Stoffe, die im Stroh als Bestandtheile bleiben, mit α K und den Rest von Bodenbestandtheilen, den das Stroh mehr enthält, mit St bezeichnen, mithin:

K = (Phosphorsäure, Stickstoff, Kali, Kalk, Bittererde, Eisen),

α K = ein Bruchtheil von K,

St = (Kieselsäure, Kali, Kalk, Bittererde, Eisen),

so lassen sich die Nährstoffe, welche die Pflanze aus dem Boden aufgenommen hat, in folgender Weise darstellen:

$$(K + \alpha K, St.)$$

Dieser Ausdruck sagt mithin, daß die Wurzeln der Halmpflanze von den Erdtheilen, mit welchen sie in Berührung sind, ein gewisses Verhältniß von Nährstoffen zur Erzeugung von Blättern, Wurzeln und Halmen, dann einen Ueberschuß von einer Anzahl von eben diesen Bestandtheilen zur Erzeugung von Korn empfangen haben muß. Die Gesammternte ist, wie sich von selbst versteht, abhängig von der Summe der K- und St-Bestandtheile, welche der Boden während der normalen Wachsthumszeit abzugeben vermag.

Digitized by Google

Das Verhältniß zwiſchen Korn und Stroh iſt die Folge einer Theilung der K- und St-Beſtandtheile in der Pflanze ſelbſt und wird bedingt durch das relative Verhältniß der K- und St-Beſtandtheile im Boden und durch den Einfluß äußerer auf die Stroh- oder Kornerzeugung wirkender Urſachen.

Wenn die Menge K im Boden ſich vermindert, ſo muß der Samenertrag abnehmen, aber nur in gewiſſen Fällen wird dies auf den Strohertrag einen Einfluß haben.

Wenn die Menge von St-Beſtandtheilen in einem Felde vermehrt wird, ſo muß mit der Zunahme der Bedingungen der Blatt-, Halm- und Wurzelbildung der Samenertrag beeinträchtigt werden, wenn die zur vermehrten Strohbildung nöthige Menge von α K von der vorhandenen Menge K genommen wird.

Und von zwei Feldern, von denen das eine ärmer an K-Beſtandtheilen, aber reicher an St-Beſtandtheilen als das andere iſt, kann das Erſtere dennoch die nämliche, vielleicht auch eine noch größere Strohmenge liefern, aber der Samenertrag muß bei dieſem kleiner ausfallen.

Eine ähnliche Steigerung des Strohs auf Koſten des Kornertrages tritt dann ein, wenn die äußeren Witterungs-Verhältniſſe der Blatt-, Halm- und Wurzelbildung günſtiger als der Samenbildung ſind. Die Wachsthumszeit wird dadurch verlängert und die Pflanze nimmt alsdann mehr von den in der Regel überſchüſſigen St-Beſtandtheilen auf, zu deren Aſſimilation dann eine gewiſſe Menge mehr der ſonſt Samen bildenden K-Beſtandtheile verbraucht werden.

Bezeichnen wir mit st, was der Boden unter dieſen Verhältniſſen mehr an St-Beſtandtheile abgibt, und mit α k, was von K mehr zu Strohbeſtandtheilen wird, ſo ſtellt ſich die Aenderung in dem Ertrage in folgender Weiſe dar:

Digitized by Google

Korn Stroh

$$(K - \alpha\ k) + (\alpha\ K, St + \alpha\ k, st),$$

d. h. der Strohertrag vermehrt ſich und der Kornertrag nimmt ab. Es iſt ferner klar, daß, wenn in einem Felde mit einem Ueberſchuß von St-Beſtandtheilen die Menge von K-Beſtandtheilen vermehrt wird, ſo wird bei einem ungenügenden Verhältniſſe von K zunächſt die Strohmenge, bei mehr K der Stroh- und Kornertrag ſteigern.

Da die Beſtandtheile von K bis auf Stickſtoff und Phosphorſäure gleichfalls St-Beſtandtheile ſind, ſo wird alſo dieſe Zunahme der Ernte in dem zu betrachtenden Felde ſtatthaben entweder durch Zufuhr von Phosphorſäure oder von Stickſtoff, oder durch die gleichzeitige Zufuhr beider Stoffe.

Wenn hiedurch die Dichtheit der im Boden vorhandenen K-Theilchen oder von Phosphorſäure und Ammoniak-Theilchen verdoppelt iſt, ſo kann die Ernte durch Zufuhr von K in den günſtigſten Verhältniſſen die doppelte ſein.

Fehlt es hingegen im Boden an St-Beſtandtheilen, ſo wird die Vermehrung von Stickſtoff oder Phosphorſäure ohne irgend einen Einfluß auf den Ertrag ſein.

Es folgt hieraus von ſelbſt, daß der abſolute oder relative Strohertrag, den ein Feld in einer Kornernte geliefert hat, keinen Schluß rückwärts auf die Quantität von St-Beſtandtheilen im Boden geſtattet, weil bei zwei an dieſen Beſtandtheilen gleich reichen Feldern der Strohertrag abhängig iſt von der Menge der K-Beſtandtheile in dieſen Feldern, das an K reichere Feld wird unter gleichen Verhältniſſen einen größeren Strohertrag geben.

Man kann demnach aus dem gleichen Strohertrag, den die Felder in Cunnersdorf und Oberbobritzſch lieferten, nicht ſchließen, daß die Mengen an St-Beſtandtheilen in dieſen Fel-

Digitized by Google

dern gleich geweſen ſind, weil, wie die Kornerträge zeigen, die Mengen von K ungleich waren. Die Ernten verhalten ſich

in Cunnersdorf wie (11) K : (29) α K, St,
„ Kötitz „ (12) K : (30) α K, St,
„ Oberbobritzſch „ (14) K : (30) α K, St.

Da, wie früher bemerkt, die Beſtandtheile, die wir unter dem Symbol K und St zuſammengefaßt haben, ſich nur dadurch von einander unterſcheiden, daß in K Stickſtoff und Phosphorſäure einbegriffen und die anderen Beſtandtheile von K ebenfalls St-Beſtandtheile ſind, ſo beruht der Unterſchied in den Kornerträgen dieſer drei Felder weſentlich darauf, daß die Wurzeln der Kornpflanzen in dem Boden zu Kötitz $^1/_{11}$, die zu Oberbobritzſch $^3/_{11}$ mehr Phosphorſäure und Stickſtoff im aufnahmsfähigen Zuſtande vorfanden und aufnahmen als in Cunnersdorf.

Wenn man ſich die Frage ſtellt, wie viel Phosphorſäure und Stickſtoff man dem Felde in Cunnersdorf zuführen müßte, um den Kornertrag auf gleiche Höhe mit dem zu Oberbobritzſch zu bringen, ſo iſt es nichts weniger als ſicher, daß die Vermehrung um $^3/_{11}$ hiezu genüge; denn die Zunahme des Kornertrags wird weſentlich beeinflußt durch die Beſtandtheile St, deren Menge in verſchiedenen Bodenſorten ſehr ungleich und nicht bekannt iſt.

Durch die Zufuhr von Stickſtoff und Phosphorſäure werden von den vorräthigen St-Beſtandtheilen eine gewiſſe Menge wirkſam oder aufnahmsfähig gemacht, die es vorher nicht waren; indem der Strohertrag ſteigt, bleiben nicht $^3/_{11}$ Stickſtoff und Phosphorſäure zur Samenbildung übrig, ſondern weniger; das wieviel wird durch die Summe der übergegangenen St-Beſtandtheile begrenzt.

Durch die Ermittelung des relativen Verhältniſſes des

Digitized by Google

auf dem mit Phosphorſäure und Stickſtoff gedüngten und auf dem ungedüngten Stücke geernteten Korns und Strohs läßt ſich übrigens leicht die Dichtheit der in verſchiedenen Bodenſorten vorräthigen St-Beſtandtheile annähernd beurtheilen.

Wenn das ungedüngte Stück Korn und Stroh im Verhältniſſe wie 1 : 2,5 und das gedüngte einen Mehrertrag gibt, in welchem ſich Korn und Stroh wie 1 : 4, alſo ein größeres Verhältniß von Stroh finden, ſo ſind offenbar die Beſtandtheile St in dieſem Felde vorwaltend, und es müßte eine ſehr vielmal größere Menge von Phosphorſäure und Stickſtoff dem Felde zugeführt werden, um entſprechend ſeinem Gehalte an St-Beſtandtheilen ein relatives Verhältniß von Korn und Stroh wie etwa der Boden zu Oberbobritzſch zu liefern.

Es gehört zu der wichtigſten Aufgabe des Landwirthes, ſein Feld genau kennen zu lernen und zu ermitteln, welche von den nutzbaren Nährſtoffen der Pflanzen ſein Boden in vorwaltender Menge enthält, denn dann wird ihm die richtige Wahl von ſolchen Gewächſen nicht ſchwer, die vor anderen einen Ueberſchuß dieſer Beſtandtheile zu ihrer Entwicklung bedürfen, und er zieht den erreichbar größten Vortheil aus ſeinem Felde, wenn er weiß, welche Nährſtoffe er demſelben im Verhältniß zu denen zuführen muß, die es bereits im Ueberſchuß enthält.

Zwei Felder, in welchen die Summe der Nährſtoffe ungleich, die relative Verbreitung derſelben im Boden aber gleich iſt, werden der Höhe nach ungleiche, aber im relativen Verhältniß an Korn und Stroh gleiche Erträge liefern.

Ein ſolches Verhältniß beſteht z. B. zwiſchen dem Felde zu Oberbobritzſch und dem zu Mäuſegaſt. Wenn man die Ernte an Korn und Stroh in Oberbobritzſch ausdrückt durch $K + \alpha$ K, St, ſo iſt die Ernte auf dem Felde in Mäuſegaſt $= 1^1/_3$ K $+ 1^1/_3$ α K, St.

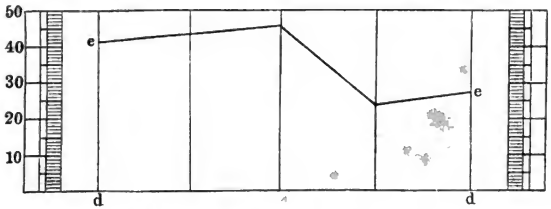
Digitized by Google

Die Felder ſind an beiden Orten offenbar mit großer Sorgfalt und Geſchick gebaut und von ſo gleichförmiger Miſchung, daß, wenn man den Korn- und Strohertrag von dem einen und den Strohertrag vom andern kennt, ſich der Kornertrag des letzteren nach obiger Formel berechnen läßt.

Kartoffeln 1852. In der folgenden Tabelle ſind die Kartoffelerträge von den fünf verſchiedenen Orten im Jahre 1852 in den ſenkrechten Linien dargeſtellt.

1852. Kartoffeln.

Cunnersdorf. Mäuſegaſt. Kötitz. Oberbobritzſch. Oberſchöna.



Die Kartoffelpflanze entnimmt ihre Haupt-Beſtandtheile der Ackerkrume und aus einer etwas tieferen Bodenſchicht als die Roggenpflanze, und es zeigen die gewonnenen Erträge die Beſchaffenheit dieſer Erdſchichten genauer als die chemiſche Analyſe an.

In dem Felde zu Mäuſegaſt und Cunnersdorf beſaßen die aufnehmbaren Nährſtoffe für die Kartoffelpflanze ſehr nahe dieſelbe Dichtheit, in Kötitz waren ſie um $^1/_9$ näher, in dem Boden zu Oberbobritzſch waren ſie doppelt ſo weit von einander entfernt, indem zu Oberſchöna um $^1/_5$ näher als in Oberbobritzſch.

Den höchſten Kartoffelertrag lieferte das Feld in Kötitz; das Kali (für die Knollen) und der Kalk (für das Kraut) machen die vorwaltenden Beſtandtheile der Kartoffelpflanze aus; aber eine gewiſſe Menge Stickſtoff und Phosphorſäure ſind für die Entwicklung der Kartoffelpflanze ebenſo nothwendig, wie

Digitized by Google

für die Kornpflanze und die wirkſame Menge des übergehenden Kalis und Kalks wird weſentlich beſtimmt durch die gleichzeitige Aufnahme von Phosphorſäure und Stickſtoff. Wenn es im Boden an einem von beiden Beſtandtheilen mangelt, welche, wie bemerkt, gleichfalls Hauptbeſtandtheile des Korns ſind, ſo wird der Ertrag im Verhältniſſe zu der aufnahmsfähigen Menge dieſer beiden Stoffe ſtehen und der größte Ueberſchuß an Kali oder Kalk im Boden wird ohne irgend einen Einfluß auf die Höhe deſſelben ſein.

Die Ackerkrume des Feldes zu Oberbobritzſch iſt weit reicher an Phosphorſäure und Stickſtoff als die zu Kötitz, während der Kartoffelertrag nur die Hälfte von dem betrug, welchen das Feld in Kötitz geliefert hat.

Nichts kann hiernach ſicherer ſein, als daß das Feld zu Oberbobritzſch ſehr viel weniger Kali oder Kalk im aſſimilirbaren Zuſtande enthielt als das in Kötitz, und durch eine Düngung mit Kalk allein, oder mit Holzaſche (Kali und Kalk) würde ſich ſehr leicht nachweiſen laſſen, an welchen von beiden Stoffen im Boden Mangel war.

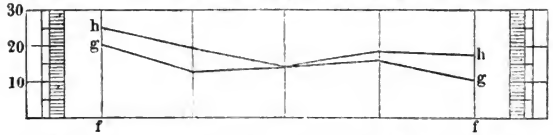
Dagegen läßt ſich aus dem niederen Ertrage an Kartoffeln des Feldes in Cunnersdorf nicht ſchließen, daß es ärmer war an Kali oder Kalk als das Feld in Kötitz; das letztere enthielt, wie die vorangegangene Kornernte zeigt, entſchieden etwas mehr Phosphorſäure und Stickſtoff als das Feld in Cunnersdorf, und es kann daher die höhere Kartoffelernte in Kötitz weſentlich bedingt geweſen ſein durch ſeinen größeren Gehalt an dieſen beiden Nährſtoffen. Auch wenn das Feld in Cunnersdorf noch reicher an Kali und Kalk geweſen wäre als das Feld in Kötitz, ſo würde es dennoch unter den gegebenen Verhältniſſen einen niedrigeren Kartoffelertrag geliefert haben.

Digitized by Google

Hafer 1853. Die Haferpflanze entnimmt ihre Nahrung zum Theil der Ackerkrume, allein ſie ſendet ihre Wurzeln, wenn es der Boden geſtattet, weit tiefer hinab als die Kartoffelpflanze; ſie beſitzt bildlich ausgedrückt eine größere Vegetationskraft als die Roggenpflanze und nähert ſich in der Stärke des Aneignungsvermögens ihrer Nahrung den Unkrautpflanzen.

1853. Hafer.

Cunnersdorf. Mäuſegaſt. Kötitz. Oberbobritzſch. Oberſchöna.



Was in der obigen Tabelle in die Augen fällt, iſt die große Ungleichheit der Erträge zweier Halmgewächſe, die nacheinander auf demſelben ungedüngten Boden wachſen.

Das Feld in Cunnersdorf, welches nach dem zu Oberſchöna den niedrigſten Roggenkorn- und Strohertrag geliefert hat, gab im dritten Jahre den höchſten Haferkorn- und Strohertrag.

Die Verſchiedenheit in der Beſchaffenheit und Dichtheit der Nährſtoffe in den tieferen Bodenſchichten dieſer Felder iſt unverkennbar. Das Feld in Cunnersdorf war oben ärmer und nahm nach abwärts in ſeinem Gehalte an Nährſtoffen für die Kornpflanze zu; die anderen Felder nahmen abwärts ab.

Die Erträge des Feldes in Mäuſegaſt im Jahre 1853 beziehen ſich auf Gerſte und nicht auf Hafer und geben demnach keinen Aufſchluß über die Beſchaffenheit der tieferen Erdeſchichten, aus welchen die Haferpflanze ihre Nahrung zieht, aber ſie zeigen den Zuſtand der Ackerkrume an, in den ſie durch die vorangegangene Kornernte verſetzt worden iſt; der Ertrag an Gerſtenkorn war in Folge der entzogenen Phosphorſäur-

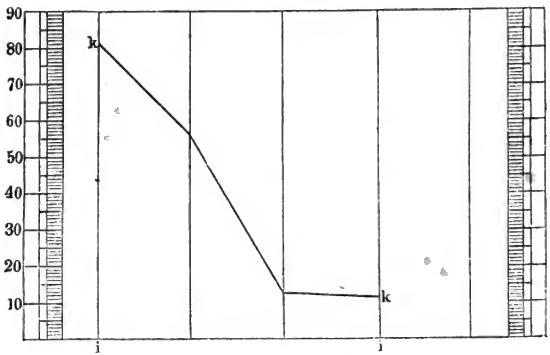
Digitized by Google

und vielleicht von Stickſtoff ſehr viel geringer, als man nach der vorangegangenen Roggenernte vom Boden hätte erwarten ſollen, und eine kleine Zufuhr von Superphosphat oder Guano würde auf dieſem Felde den Ertrag an Gerſte mächtig geſteigert haben.

Klee 1854. Die Kleeernten im vierten Jahre geben Aufſchluß über die Beſchaffenheit der tiefſten von den Pflanzen in Anſpruch genommenen Bodenſchichten.

1854. Klee.

Cunnersdorf. Mäuſegaſt. Kötitz. Oberbobritzſch. Oberſchöna.



Der Ertrag an Klee war in Cunnersdorf beinahe doppelt ſo hoch als in Mäuſegaſt und zehnmal ſo hoch wie in Oberbobritzſch, und es iſt unzweifelhaft, daß dieſe ungleichen Erträge dem ungleichen Gehalt an Nährſtoffen im Boden für die Kleepflanze entſprechen müſſen.

Die Nährſtoffe der Kleepflanze ſind ſehr nahe die nämlichen, der Menge und dem relativen Verhältniſſe nach, wie die der Kartoffelpflanze (Kraut, Stengel und Knollen zuſammengenommen), und wenn der Klee auf einem Boden noch

Digitized by Google

gute Ernten gibt, auf welchem die Kartoffel nur unvollkommen gedeiht, ſo beruht dies weſentlich auf der größeren Wurzelverzweigung der Kleepflanze; es gibt wohl kaum zwei Pflanzen, an denen man gleich deutlich die Bodenſchichten erkennen kann, auf die ſie ihrer Natur nach zur Aufnahme ihrer Nahrung angewieſen ſind.

Wenn man die Kartoffel in zwei Fuß tiefe Gruben pflanzt und dieſe in eben demſelben Verhältniſſe auffüllt, als die Pflanze wächſt, ſo daß zuletzt die Erde in der Grube mit der Ackerkrume in gleicher Ebene liegt, ſo beobachtet man, daß die Knollen ſich immer nur in der oberſten Erdſchichte bilden, keine tiefer und nicht mehr, als wenn die Saatkartoffel nur $1^1/_2$ bis 2 Zoll tief in die Ackerkrume gelegt worden wäre, und man findet bei der Ernte, daß die Wurzeln abwärts unterhalb der Ackerkrume abgeſtorben ſind.

Der Klee verhält ſich umgekehrt, und obwohl die Ackerkrume in Kötitz z. B. entſchieden reicher iſt an den Nährſtoffen für die Kleepflanze als wie die in Cunnersdorf (ſie lieferte eine um $^1/_8$ höhere Kartoffelernte), ſo war dies ohne Einfluß auf die Kleepflanze, welche von den tiefſten Bodenſchichten ihre Hauptnahrung empfängt.

Wir wollen jetzt die Erträge einer Analyſe unterwerfen, welche durch die Stallmiſtdüngung auf Stücke der nämlichen Felder, deren Erträge im ungedüngten Zuſtande wir ſoeben betrachtet haben, in den ſächſiſchen Verſuchen hervorgebracht wurden.

Digitized by Google

Erträge pr. ſächſ. Acker der mit Stallmiſt gedüngten Felder:

	Cunnersdorf	Mäuſegaſt	Kötitz	Oberbobritzſch	Oberſchöna
Stallmiſt	18	194	229	314	897 Ctr.
1851					
Roggen	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund
Korn	1513	2583	1616	1905	1875
Stroh	4696	5318	4019	3928	3818
1852					
Kartoffeln	17946	20258	20678	11936	16727
1853					
Hafer					
Korn	2278	1649	1880	1685	1253
Stroh	2992	2475	1742	1909	2576
1854					
Kleeheu	9509	7198	1232	2735	0*)

Mehrertrag durch Stallmiſtdüngung über ungedüngt (ſ. S. 198):

	Cunnersdorf	Mäuſegaſt	Kötitz	Oberbobritzſch	Oberſchöna
1851	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund
Roggen					
Korn	337	345	352	452	1167
Stroh	1745	736	1006	915	229
1852					
Kartoffeln	1279	3362	2101	2185	5632
1853					
Hafer					
Korn	369	360	541	157	171
Stroh	429	635	385	97	862
1854					
Kleeheu	365	1615	137	1824	0

*) Der Klee ging wegen Näſſe zu Grunde.

Digitized by Google

Es fällt hier zunächſt wieder ins Auge, daß die Erträge auf allen Feldern verſchieden waren und nicht in der entfernteſten Beziehung zu ſtehen ſcheinen zu der für die Düngung verwendeten Miſtmenge.

Nichts kann gewiſſer ſein als die Thatſache, daß ein durch die Cultur erſchöpftes Feld, wenn es mit Stallmiſt gedüngt wird, höhere Erträge liefert als ungedüngt, und wenn dieſe durch den Stallmiſt hervorgebracht wurden, ſo ſollte man denken, daß die nämlichen Miſtmengen auf verſchiedenen Feldern die gleichen Mehrerträge liefern müßten. Die folgende Tabelle zeigt, daß die nämliche Miſtmenge auf den ſächſiſchen Feldern höchſt ungleiche Mehrerträge hervorgebracht hat.

Einhundert Centner Stallmiſt erzeugten Mehrertrag:

	Gunnersdorf	Mäuſegaſt	Kötitz	Oberbobritzſch	Oberſchöna
1851 u. 1853	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund
Winterroggen u. Hafer	1539	1070	988	515	501
1852					
Kartoffeln	720	1723	917	696	628
1854					
Klee	203	832	60	628	0

Es iſt wohl Niemand im Stande, aus dieſen Zahlen zu entnehmen, daß ſie die Wirkungen bezeichnen ſollen, welche die gleiche Menge deſſelben Düngmittels und zwar des Univerſaldüngers auf fünf verſchiedenen Feldern hervorgebracht hat.

Weder in dem Roggenkorn- und Strohertrag, noch in dem Ertrage an Kartoffeln, Hafer und Klee findet die mindeſte Aehnlichkeit oder Uebereinſtimmung ſtatt, und es iſt noch viel

Digitized by Google

weniger möglich, daraus die Düngermenge zu erſchließen, welche gedient hat, um die Mehrerträge hervorzubringen.

Die nämliche Stallmiſtmenge brachte an Halmgewächſen, Korn und Stroh zuſammen, im Jahre 1851 und 1853 in Mäuſegaſt den doppelten, in Cunnersdorf den dreifachen Mehrertrag als in Oberbobritzſch hervor, an Kartoffeln in Mäuſegaſt doppelt ſoviel als in Kötitz, an Klee viermal mehr in Mäuſegaſt als in Cunnersdorf, und in Oberbobritzſch zehnmal ſoviel als in Kötitz.

Die enorme Stallmiſtdüngung in Oberſchöna brachte bei weitem nicht den Ertrag hervor, den das Feld in Mäuſegaſt ohne alle Düngung lieferte.

Die Zuſammenſetzung des Stallmiſtes, ſoweit wir ſie durch zahlreiche Analyſen kennen, iſt im Ganzen allerorts ſo ähnlich, daß man keinen großen Fehler begehen kann, wenn man vorausſetzt, daß mit 100 Ctr. Stallmiſt ein jedes Feld die nämlichen Nährſtoffe und in derſelben Menge empfängt.

Auf den Boden oder die Erdtheile wirken die Miſtbeſtandtheile überall in gleicher Weiſe ein und es ſteht hiermit die Thatſache ſcheinbar in unlösbarem Widerſpruche, daß die Mehrerträge dennoch allerorts verſchieden ausfallen, daß alſo mit den zugeführten Miſtbeſtandtheilen auf dem einen Felde dreimal oder doppelt ſoviel Nährſtoffe für die Halmgewächſe oder Kartoffeln in Bewegung geſetzt oder ernährungsfähig gemacht wurden, als auf einem andern.

Dieſe Thatſache bezieht ſich nicht auf die ſächſiſchen Felder allein, ſondern iſt eine ganz allgemeine. Nirgendwo, in keinem Lande ſtimmen die Erträge, welche in der Stallmiſtwirthſchaft erzielt werden, mit einander überein, wie die Ueberſicht der Mittelerträge an verſchiedenen Feldfrüchten in den verſchiedenen Provinzen des Königreichs Bayern beweiſt.

Digitized by Google

Durchſchnittliche Ernteerträge in Bayern (Seuffert's Statiſtik).

Ein Tagwerk liefert Mittelerträge in Scheffeln: *)

	Weizen	Roggen	Kern (Dinkel)	Gerſte	Hafer
Oberbayern	1,70	1,80	3,40	1,90	2,31
Niederbayern	2,50	do.	do.	do.	do.
Oberpfalz u. Regensburg	1,45	1,40	2,70	1,75	1,85
Oberfranken	1,20	1,30	2,20	1,50	1,75
Mittelfranken	1,65	1,40	3,50	1,65	2,25
Unterfranken u. Aſchaffenburg	1,70 bis 1,75		2,50	2,00	2,75
Schwaben und Neuburg	1,80	2,00	5,0	2,30	3,50
Pfalz	2,70	2,60	4,80	3,75	3,90

Die durch Stallmiſtdüngung gewonnenen Erträge an Feldfrüchten ſind nicht nur in jeder Gegend, ſie ſind an jedem Orte verſchieden, und wenn man die Sache genau nimmt, ſo gibt ein jedes Feld, mit Stallmiſt gedüngt, einen ihm eigenen Mittelertrag.

Die Wirkung des Stallmiſtes auf die Steigerung der Erträge ſteht in der engſten Beziehung zur Bodenbeſchaffenheit und zu ſeiner Zuſammenſetzung, und ſie iſt darum auf den verſchiedenen Feldern ungleich, weil die Zuſammenſetzung derſelben ungleich iſt.

---

*) 1 Hectoliter wiegt durchſchn. 1 bayer. Scheffel

Weizen	146 Pfd. Zollg.	330—345 Pfd. Zollg.
Gerſte	128 „ „	290—300 „ „
Roggen	140 „ „	318—325 „ „
Hafer	88 „ „	200—300 „ „
Spelz (ungeſchält)	79 „ „	174—220 „ „

Hiernach berechnet ſich das Gewicht eines preußiſchen Scheffels Weizen zu 83 Pfd., das engliſche Quarter zu 425 Pfd.

Digitized by Google

Um die Wirkung der Stallmistdüngung zu verstehen, ist es nothwendig, sich daran zu erinnern, daß die Erschöpfung eines Feldes darauf beruht, daß den Erdtheilen durch die vorangegangenen Ernten, am Ende einer Rotation, eine gewisse Menge von Nährstoffen entzogen worden sind und daß die darauffolgenden Pflanzen weniger davon im Boden zur Aufnahme vorfinden, als die früheren.

Für den Zustand der Erschöpfung hat aber der Verlust jedes einzelnen Nährstoffes nicht die gleiche Bedeutung für das Feld.

Der Verlust an Kalk, den ein Kalkboden durch eine Halmfrucht oder Klee erleidet, ist ganz unerheblich für eine nachfolgende Frucht, welche große Mengen Kalk zu ihrem gedeihlichen Wachsthume bedarf, ebenso der Verlust an Kali eines kalireichen, der von Bittererde, Eisen, Phosphorsäure, Stickstoff, den ein Bittererde-, Eisen-, Phosphorsäure-, Ammoniak-reiches Feld erleidet; denn gegen die Masse gehalten, die ein an einem Nährstoffe thatsächlich reicher Boden enthält, ist die entzogene Menge immer nur ein so verschwindend kleiner Bruchtheil, daß der Einfluß der Entziehung desselben von einer Rotation zur anderen nicht wahrnehmbar ist.

Von einer Rotation zur anderen nehmen aber, wie die Praxis lehrt, die Erträge der Felder thatsächlich ab, so zwar, daß denselben gewisse Stoffe durch Düngung wieder gegeben werden müssen, wenn sie die früheren Erträge wieder hervorbringen sollen.

Wenn aber der Ersatz an Kalk den Zustand der Erschöpfung eines Feldes, dessen Hauptmasse aus Kalk besteht, nicht aufheben kann, und ebensowenig die Zufuhr von Kali auf ein kalireiches, oder von Phosphorsäure auf ein phosphorsäurereiches Feld, so ist leicht einzusehen, daß, wenn das Ertragsvermögen

Digitized by Google

eines erſchöpften Feldes wieder hergeſtellt wird, dies weſentlich darauf beruht, daß in dem Dünger diejenigen Nährſtoffe wieder gegeben worden ſind, die das Feld in kleinſter Menge enthielt und von denen es den verhältnißmäßig größten Bruchtheil verloren hat.

Ein jedes Feld enthält ein Maximum von einem oder mehreren und ein Minimum von einem oder mehreren anderen Nährſtoffen. Mit dieſem Minimum, ſei es Kalk, Kali, Stickſtoff, Phosphorſäure, Bittererde, oder ein anderer Nährſtoff, ſtehen die Erträge im Verhältniß, es regelt und beſtimmt die Höhe oder Dauer der Erträge.

Iſt dieſes Minimum z. B. Kalk oder Bittererde, ſo werden die Ernten an Korn und Stroh, an Rüben, Kartoffeln oder Klee dieſelben bleiben und nicht höher ausfallen, auch wenn man die Menge des bereits im Boden vorhandenen Kalis, der Kieſelſäure, Phosphorſäure ꝛc. um das Hundertfache vermehrt. Auf einem ſolchen Felde werden aber die Ernten ſteigen durch eine einfache Düngung mit Kalk, man wird in Halmgewächſen, Rüben und Klee, ſowie auf einem kaliarmen Boden durch Düngung mit Holzaſche weit höhere Erträge erzielen, als durch eine ſtarke Miſtdüngung.

Die ungleiche Wirkung eines ſo zuſammengeſetzten Düngers, wie der Stallmiſt iſt, auf die Felder, erklärt ſich hiernach genügend.

Für die Wiederherſtellung der Erträge der durch die Cultur erſchöpften Felder durch Stallmiſtdüngung iſt die Zufuhr von allen den Nährſtoffen, welche das Feld im Ueberſchuß enthält, vollkommen gleichgültig, und es wirken nur diejenigen Beſtandtheile deſſelben günſtig ein, durch welche ein im Boden entſtandener Mangel an einem oder zwei Nährſtoffen beſeitigt wird.

Digitized by Google

Ein an Strohbeſtandtheilen reiches Feld kann durch Düngung mit Strohbeſtandtheilen im Miſte nicht fruchtbarer werden, während dieſe für ein daran armes Feld von der größten Bedeutung iſt.

Auf zwei Feldern, welche gleichen Ueberſchuß an Strohbeſtandtheilen beſitzen, die aber ungleich reich an Kornbeſtandtheilen ſind, wird die gleiche Stallmiſtdüngung ſehr ungleiche Kornerträge hervorbringen, weil dieſe im Verhältniß ſtehen müſſen zu den im Miſte zugeführten Kornbeſtandtheilen; beide Felder empfangen durch die gleiche Miſtmenge gleichviel von letzteren; da aber das eine Feld an ſich ſchon reicher an Kornbeſtandtheilen iſt, als das andere, ſo müßte dem ärmeren ſehr viel mehr Miſt hinzugeführt werden, wenn deſſen Erträge an Korn die des andern erreichen ſollen.

Durch eine im Verhältniß zu der Miſtmenge kleine Quantität Superphosphat laſſen ſich auf einem ſolchen Felde die Erträge weit mehr ſteigern, als durch die ſtärkſte Miſtdüngung.

Auf ein kaliarmes Feld wirkt der Stallmiſt durch ſeinen Kaligehalt, auf ein bittererde- oder kalkarmes durch ſeinen Bittererde- oder Kalkgehalt, auf ein an Kieſelſäure armes durch ſeinen Strohgehalt, auf ein an Chlor oder Eiſen armes durch ſeinen Gehalt an Kochſalz, Chlorkalium oder Eiſen.

Aus dieſem Verhalten erklärt ſich die hohe Gunſt, in welcher der Stallmiſt als Dünger bei dem praktiſchen Landwirthe ſteht, denn da er von jedem einzelnen der dem Felde entzogenen Nährſtoffe, unter allen Verhältniſſen, eine gewiſſe Menge enthält, ſo wirkt er immer günſtig; ſeine Anwendung ſchlägt nie fehl und erſpart dem praktiſchen Manne alles Nachdenken über die Mittel in viel zweckmäßigerer und gleich ſicherer Weiſe, mit Erſparung an Geld und Arbeit, ſein Feld ertragsfähig zu erhalten, oder ohne Vermehrung ſeiner Ausgaben

Digitized by Google

dem Feld den viel höheren Grad an Fruchtbarkeit zu verleihen, den es nach ſeiner Zuſammenſetzung zu erreichen fähig iſt.

Es iſt in der Praxis wohl bekannt, daß die Erträge einer Menge von Feldern durch Guano, Knochenmehl, Repskuchenmehl geſteigert werden können, durch Stoffe, welche nur gewiſſe Beſtandtheile des Stallmiſtes enthalten, und ihre Wirkung erklärt ſich in der That aus der Lehre von dem Minimum, die ich ſoeben auseinandergeſetzt habe.

Da aber der praktiſche Landwirth das Geſetz nicht kennt, auf welchem die Wirkung dieſer Düngmittel auf die Erhöhung der Erträge beruht, ſo kann bei ſeinem Betriebe von der rationellen, d. h. wahrhaft ökonomiſchen Anwendung derſelben keine Rede ſein; er gibt entweder zu viel oder zu wenig, oder nicht das Rechte. Was das Zuwenig betrifft, ſo bedarf dies keiner Erläuterung, denn Jedermann ſieht ein, daß die richtige Menge den Ertrag, bei derſelben Arbeit und einer geringen Mehrausgabe, auf das erreichbare Maximum bringt.

Was das Zuviel betrifft, ſo beruht dies auf der irrigen Anſicht, daß die Wirkung dieſer Düngmittel im Verhältniß ſtehe zu ihrer Maſſe; ſie ſteht in der That im Verhältniß zu einer gewiſſen Menge, aber über eine beſtimmte Grenze hinaus iſt ihre Einverleibung in das Feld vollkommen gleichgültig.

Ein Düngungsverſuch von J. Ruſſel (Craigie House, Agri. Journal of th. R. Agr. Soc. Vol. 22. S. 86) dürfte geeignet ſein, was hier gemeint iſt, zu verſinnlichen. In dieſem Verſuche wurde daſſelbe Feld in mehrere Stücke getheilt, mit Rüben bepflanzt und je drei Zeilen mit verſchiedenen Düngmitteln, unter andern auch mit Superphosphat (Knochenaſche in Schwefelſäure gelöſt) gedüngt; die Erträge, pr. Acker berechnet, waren folgende:

Digitized by Google

Ertrag pr. Acre:

Nr. der Stücke.			
1)	Ungedüngt	340 Ctr.	Rüben (Schwediſche Variet)
11)	Ebenfalls ungedüngt .	320 „	„
5)	Mit 5 Ctrn. Superphosphat gedüngt .	535 „	„
6)	Mit derſelben Menge Superphosphat .	497 „	„
7)	Mit 3 Ctrn. „ .	480 „	„
8)	Mit 7 Ctrn. „ .	499 „	„
9)	Mit 10 Ctrn. „ .	490 „	„

Das Feld war, wie die Erträge der ungedüngten Stücke zeigen, die um 20 Ctr. pr. Acker von einander abwichen, in ſeiner Beſchaffenheit und Gehalt an Nährſtoffen ziemlich verſchieden, wie andere Verſuche darthun, auf deren Erörterung hier nicht weiter eingegangen werden kann, ärmer in der Mitte, als nach den Seiten.

Die Thatſache, welche aus den oben gegebenen Rübenerträgen klar in die Augen fällt, iſt, daß drei Centner Superphosphat nahe denſelben Rübenertrag geliefert haben als wie fünf Centner, und daß die Vermehrung des Düngers auf zehn Centner den Ertrag nicht erhöhte.

In dieſen Verſuchen iſt nicht ermittelt worden, auf welchen Beſtandtheilen des Kalkſuperphosphates vorzugsweiſe die höhere Ernte beruhte. Bittererde und Kalk ſowohl wie Schwefelſäure und Phosphorſäure ſind gleich unentbehrliche Nährſtoffe für die Rübenpflanze, und ich habe Gelegenheit gehabt, wahrzunehmen, daß auf einem Felde die Düngung mit Gyps bei Zuſatz von etwas Kochſalz, auf einem andern die Düngung mit phosphorſaurer Bittererde den Ertrag deſſelben an Rüben in einem höheren Verhältniß noch ſteigerte als das Kalk-Superphosphat, obwohl letzteres auf die Mehrzahl der Felder unzweifelhaft der vorzugsweiſe wirkende Nährſtoff iſt.

Digitized by Google

Um diese Thatsachen richtig zu verstehen, muß man sich daran erinnern, daß das Gesetz des Minimums nicht für einen Nährstoff allein, sondern für alle gilt: wenn in einem gegebenen Falle die Ernten an irgend einer Frucht, begrenzt sind durch ein Minimum von Phosphorsäure im Felde, so werden die Ernten steigen durch Vermehrung der Phosphorsäuremenge bis zu dem Punkt, wo die zugeführte Phosphorsäure im richtigen Verhältnisse steht zu dem jetzt vorhandenen Minimum an einem anderen Nährstoffe.

Wenn die Phosphorsäure, welche man zugeführt hat, mehr beträgt, als z. B. der im Boden enthaltenen Menge Kali oder Ammoniak entspricht, so wird der Ueberschuß wirkungslos sein. Vor der Düngung mit Phosphorsäure war die vorhandene wirkungsfähige Menge Kali oder Ammoniak um etwas größer als die Phosphorsäuremenge im Boden, und war darum wirkungslos, sie wurde wirksam, indem die Phosphorsäure hinzukam, und der Ueberschuß von Phosphorsäure mußte sich jetzt genau ebenso wirkungslos verhalten, wie früher der Ueberschuß von Kali.

Während vorher die Ernte im Verhältniß stand zu dem Minimum an Phosphorsäure, steht sie jetzt im Verhältniß zu dem Minimum an Kali oder Ammoniak, oder zu beiden. Ein paar Versuche, auf diesem Felde angestellt, hätten diese Frage zur Entscheidung bringen können. War das Minimum nach der Düngung mit Superphosphat, Kali oder Ammoniak gewesen, so würden die Ernten gestiegen sein bei einem entsprechenden Zusatz von Kali oder Ammoniak, oder von beiden. In derselben Versuchsreihe wurde durch Düngung mit 6 Ctr. Guano, welche 2 Ctr. Superphosphat entsprechen, ein Ertrag von 630 Ctrn. Rüben erhalten, einhundertdreißig Ctr. mehr als durch das Superphosphat, allein es bleibt hier zweifel-

Digitized by Google

haft, ob das Kali oder das Ammoniak im Guano die Steigerung hervorgebracht hat.

Wenn man in den sächsischen Versuchen die Mistmengen, welche zur Düngung auf den fünf Feldern verwendet wurden, in's Auge faßt, so liegt die Frage nach dem Grunde ihrer Verschiedenheit nahe genug.

Die zunächstliegende Antwort ist wohl die, daß der Landwirth soviel gibt, als er eben hat, oder daß er nach gewissen Thatsachen seine Mistmenge regelt. Wenn er in seinem Betriebe wahrgenommen hat, daß eine gewisse Menge Stallmist seine ursprünglichen Erträge wieder herstellt und eine stärkere Düngung keinen größeren Mehrertrag gibt, nicht in dem Verhältnisse mehr, als er zuführt, oder zu den Kosten, die ihm die Düngergewinnung auferlegt, so beschränkt er sich nothwendig auf die kleinere.

Es kann demnach nicht ein zufälliger Einfall des Landwirthes in Cunnersdorf sein, wenn er bei seinem Felde mit 180 Ctr. Stallmist sich begnügt, und es ist sicherlich ebensowenig zufällig, daß der Landwirth zu Oberbobritzsch sein Feld mit 314 Ctr. gedüngt hat.

Wenn aber nicht Laune oder Zufall, sondern der zu erreichende Zweck die Mistmenge regelt, so ist offenbar, daß die Handlungen des Landwirths von einem Naturgesetze beherrscht sind, dessen Wirkungen er kennt, ohne es selbst zu kennen.

Für die Menge Stallmist, welche ein Feld bei einem neuen Umlaufe bedarf, um sein Ertragsvermögen wieder herzustellen, besteht demnach ein Grund, der in dem Boden liegt, und es ist unschwer einzusehen, daß sie im Verhältniß stehen muß zu den wirksamen Mistbestandtheilen, welche das Feld bereits enthält; ein Feld, welches sehr reich daran ist, bedarf weniger, um denselben Mehrertrag zu geben als ein ärmeres.

Digitized by Google

Da nun der Stallmiſt dem Klee, den Rüben und Gräſern vorzugsweiſe vor allen anderen Pflanzen ſeine wirkſamſten Beſtandtheile verdankt, ſo liegt der Schluß nahe, daß die einem Felde nöthige Miſtmenge im umgekehrten Verhältniſſe zu den Klee-, Rüben- oder Graserträgen ſteht, welche das Feld ungedüngt zu liefern vermag.

Die ſächſiſchen Verſuche zeigen, daß dieſer Schluß, in einer Beziehung wenigſtens, nicht weit von der Wahrheit entfernt ſein kann, denn wenn man die Erträge der ungedüngten Stücke an Klee mit der Stallmiſtmenge, die zur Düngung diente, vergleicht, ſo hat man:

Klee-Ertrag 1854.

Gunnersdorf	Mäſegaſt	Kötitz	Oberbobritzſch	Oberſchöna
in Pfunden 9144	5583	1095	911	0 Pfunde.

Miſtmenge 1851.

Ctr. 180	194	229	314	897 Ctr.

Das Feld in Gunnersdorf, welches die meiſten Miſtbeſtandtheile enthielt, empfing die kleinſte, das zu Oberbobritzſch, welches den kleinſten Kleeertrag gab, die größte Menge Stallmiſt.

Der Kleeertrag iſt offenbar aber nicht der einzige Faktor, welcher die Stallmiſtmenge in der Düngung beſtimmt, denn unter den Kleebeſtandtheilen iſt die Kieſelſäure, welche die Halmpflanzen bedürfen, nur in geringer Menge zugegen, und es muß darum die erforderliche Menge Stallmiſt (Strohmiſt) in einer beſtimmten Beziehung zu der Menge von Strohnährſtoffen ſtehen, welche das Feld bereits enthält.

Vergleicht man in den ſächſiſchen Verſuchen die Mehrerträge an Korn und Stroh, welche die mit Stallmiſt gedüngten Felder hervorgebracht haben, ſo hat man:

Digitized by Google

Mehrertrag durch Stallmistdüngung pr. Acker:

	in Cunnersdorf	— Kötitz	— Oberbobritzsch
Menge des Stallmistes Ctr.	180	— 229	— 314 Ctr.
Korn Pfunde	347	— 352	— 452 Korn
Stroh „	1743	— 1006	— 914 Stroh.

Das offenbar an Nährstoffen für das Stroh reichste Feld in Cunnersdorf, welches mit der kleinsten Stallmistmenge gedüngt worden war, lieferte dennoch den höchsten Strohertrag; das Korn verhielt sich im Mehrertrage zum Stroh wie 1 : 5, und man sieht ein, daß die Sparsamkeit mit Strohmist auf diesem Felde am rechten Platze war, sowie man ferner versteht, warum das an Strohbestandtheilen verhältnißmäßig ärmere Feld in Oberbobritzsch 85 Ctr. Stallmist mehr empfangen mußte als das in Kötitz, um im Mehrertrage das nämliche Verhältniß Korn und Stroh (1 : 2), als vom ungedüngten Felde zu gewinnen.

Diese Betrachtungen dürften dem praktischen Landwirthe vielleicht die Ueberzeugung beibringen, daß er in der Bewirthschaftung seiner Felder ziemlich willenlos handelt und daß die »*Umstände* und *Verhältnisse*«, die ihn in seinen Handlungen leiten, Naturgesetze sind, von deren Existenz er meistens nur eine dunkle Vorstellung hat; einen Willen, der sich selbst bestimmt, hat er eigentlich nur dann, wenn er etwas schlecht macht; will er aber seinem Nutzen gemäß handeln, so muß er sich, wenn auch unbewußt, nach der Beschaffenheit seines Feldes richten, und man kann sich nur darüber wundern, wenn man wahrnimmt, wie weit der »*erfahrene*« Mann es darin gebracht hat.

Ein Wirthschaftsbetrieb heißt ein *rationeller* Betrieb, wenn er genau der Natur und Beschaffenheit des Bodens angepaßt ist, denn nur dann, wenn die Fruchtfolge oder die Dün-

Digitized by Google

gungsweise der Zusammensetzung des Bodens entspricht, hat der Landwirth die sichere Aussicht, den möglichst hohen Nutzen von seiner Arbeit oder Kapital-Anlage zu erzielen.

Es ist darum selbstverständlich, daß z. B. bei der großen Verschiedenheit der Bodenbeschaffenheit der Felder in Oberbobritzsch und Cunnersdorf die Fruchtfolge, welche für die einen paßt, nicht gleich vortheilhaft für die andere ist.

Wenn die Landwirthe sich entschließen, durch Versuche im Kleinen*) eine genaue Kenntniß der Leistungsfähigkeit ihres Bodens in Beziehung auf die Erzeugung verschiedener Pflanzengattungen oder Arten zu erlangen, so können sie alsdann durch weitere Versuche leicht ermitteln, welche Nährstoffe in ihrem Felde im Minimum enthalten sind und welche Düngstoffe zugeführt werden müssen, um einen Maximalertrag hervorzubringen.

In Dingen dieser Art muß der Landwirth seinen eigenen Weg gehen, und dies ist der, welcher ihm die vollkommenste Sicherheit in seinem Thun verbürgt, und er darf den Behauptungen eines thörichten Chemikers, der aus seinen Analysen ihm beweisen will, daß sein Feld unerschöpflich an diesem oder jenem Nährstoffe sei, nicht den mindesten Glauben beimessen, weil die Fruchtbarkeit seines Feldes nicht im Verhältniß zu der Quantität von einem oder mehreren Nährstoffen steht, welche die Analyse darin nachweist, sondern im Verhältniß zu den Theilen der Summe, welche das Feld an die Pflanzen abzugeben vermag, und dieser Bruchtheil läßt sich nur durch die Pflanze selbst ermitteln. Das Höchste, was die chemische Analyse in dieser Beziehung leistet, ist, daß sie einige Anhalts-

*) Versuche dieser Art lassen sich ganz gut, wenn der Boden gleichförmig ist, in Blumentöpfen anstellen, die man in die Erde eingräbt.

Digitized by Google

punkte zur Vergleichung des Verhaltens zweier Felder liefert. Die Erfahrungen, welche die Rübenzucker-Fabrikation in dem Gebiete der ruſſiſchen Schwarzerde (der Tschernosem) gemacht haben, deren Fruchtbarkeit für Korngewächſe ſprichwörtlich iſt, zeigen, daß dieſe Erde, obwohl ſie nach der Analyſe im Ganzen auf 20 Zoll Tiefe über 700 bis 1000mal ſoviel Kali enthält als wie eine Rübenernte bedarf, nach drei bis vier Jahren des Anbaues an wirkſamen Kali ſoweit erſchöpft iſt, daß ſie keine lohnende Rübenernte ohne Erſatz mehr gibt *).

Bei einer Halmfrucht beſteht in dem relativen Korn- und Strohertrag nur ein günſtiges Verhältniß und ſehr viele ungünſtige; es iſt klar, daß die Maſſe und der Umfang der Werkzeuge, des Strohs, zur Erzeugung des Korns, in einer beſtimmten Beziehung ſtehen muß zu dem Produkte, nämlich zu der Menge des erzeugten Korns; ein hoher oder allzu niedriger Strohertrag beeinträchtigen den Kornertrag.

Wenn man bei einem Halmgewächs weiß, daß 1 Gewichtstheil Korn auf 2 Gewichtstheile Stroh auf einem gegebenen

*) In Beziehung auf die ſehr verbreitete Anſicht von dem Reichthume und der Unerſchöpflichkeit der Felder an Kali iſt die folgende Notiz (aus dem badiſchen Centralblatte für Staats- und Gemeinde-Intereſſen. Mai 1861) nicht ohne Intereſſe. Aus dem Amts-Bezirk Bretten. „Die bei Beginn des Frühjahres gewöhnlich ſtattfindenden Accordirungen für den Zuckerrübenbau ſind in dem dieſſeitigen Bezirke nunmehr in vollem Gange und werden für den Centner guter Waare in dieſem Jahre 30 Fr. zugeſichert, während im vorigen Jahre nur 26 Fr. bezahlt wurden. Trotz dieſer Preiserhöhung und trotz der verſprochenen Prämien für ausgezeichnete Rüben ſind hier in dieſem Betreffe nicht viele Accorde abgeſchloſſen worden. Nichts iſt begreiflicher als dies, denn die ſehr ſchädlichen Nachwirkungen auf dem mit dem fraglichen Feldprodukte bebauten Grundſtücken ſind überall zur Genüge bekannt.“ Die Nachwirkungen beziehen ſich natürlich auf Felder, die in guter Düngung erhalten wurden, denn ohne dieſe läßt ſich auf keine erſprießliche Ernte rechnen.

Digitized by Google

Felde das günſtigſte Verhältniß für die Samenerzeugung iſt, ſo ſollte, der Theorie nach, durch Düngung des Feldes dieſes relative Verhältniß im Mehrertrag ſich nicht merklich ändern dürfen, d. h. die einzelnen Düngſtoffe ſollten in einer ſolchen Menge und relativen Verhältniſſe gewählt und dem Felde zugeführt werden, daß die Zuſammenſetzung des Bodens ſich gleich bleibt.

Man weiß, daß gewiſſe Düngſtoffe vorzugsweiſe der Kraut-, andere der Samenbildung günſtig ſind; die Phosphate vermehren in der Regel die Samenernte; und vom Gyps weiß man, daß, wenn er ein Steigen des Ertrages von Kleeheu bewirkt, eine ſehr auffallende Verminderung der Samenbildung die Folge davon iſt. Durch den Anbau von Kartoffeln oder Topinambur laſſen ſich die in der Ackerkrume überſchüſſig angehäuften, die Krautbildung fördernden Stoffe vermindern. Theoretiſch iſt demnach die Erhaltung einer gewiſſen Gleichförmigkeit der Bodenbeſchaffenheit nicht unmöglich, ſie iſt aber durch die Bewirthſchaftung eines Gutes mit Stallmiſt nicht erreichbar; ich werde ſpäter zeigen, daß durch fortgeſetzte und ausſchließliche Düngung mit Stallmiſt die Zuſammenſetzung des Feldes nach jedem Umlauf eine andere iſt.

Die letzte Betrachtung, die wir an die ſächſiſchen Verſuche knüpfen wollen, iſt die der Durchläſſigkeit des Bodens in den verſchiedenen Tiefen für die Miſtbeſtandtheile. Die Tiefe, bis zu welcher die Alkalien, das Ammoniak, die löslich gewordenen Phosphate in die Erde eindringen, iſt natürlich abhängig von dem Abſorptionsvermögen derſelben, und wenn wir uns die Felder, abwärts von der Oberfläche, in verſchiedenen Schichten denken, welche ſcharf abgegrenzt natürlich nicht exiſtiren, ſo ergibt ſich z. B., daß auf dem Felde in Cunnersdorf der Klee von der Miſtdüngung keinen Vortheil zog; der Kleeertrag war

Digitized by Google

nur um etwa 4 Procent größer als der vom ungedüngten Stücke, in Mäusegast nahm derselbe durch die Düngung um 30 Proc., in Oberbobritzsch um 200 Proc. zu. Dies will sagen, daß gewisse für den Klee unentbehrliche Nährstoffe in Mäusegast und Oberbobritzsch sehr viel tiefer in die Erde eindrangen als in Cunnersdorf und Kötitz, oder was das Nämliche ist, daß sie auf den Feldern an diesen beiden letzteren Orten auf ihrem Wege abwärts von den oberen Schichten zurückgehalten wurden. Aus den Erträgen des ungedüngten Stückes in Cunnersdorf hat sich durch Vergleichung mit den anderen ergeben, daß es in seinem Gehalt an Strohbestandtheilen den Feldern in Kötitz und Oberbobritzsch nicht nachstand, während es entschieden ärmer an den Haupt-Nährstoffen für das Korn, das ist an Phosphorsäure und vielleicht an Stickstoff war. Bei einer gleichen Zufuhr von Phosphaten und Ammoniak wird die oberste Erdschichte des Cunnersdorfer Feldes sehr viel mehr von diesen Stoffen zurückhalten als die der beiden anderen Felder, weil sie ärmer daran ist.

Man bemerkt an dem Steigen des Kartoffel- und Haferkorn- und Strohertrages, daß gewisse Mistbestandtheile bis zu den Erdschichten gelangten, aus welchen die Hauptmasse der Haferwurzeln ihre Nahrung zieht, und diese Schicht gestattete vermöge ihres Reichthums an Korn- und Strohbestandtheilen, in welchem sie die Ackerkrume übertraf, den Durchgang von einer kleinen Menge von Nährstoffen bis zum Klee.

Vergleicht man damit das Feld zu Kötitz und berücksichtigt man den außerordentlich niedrigen Haferkorn- und Strohertrag, so sieht man sogleich, daß dieses Feld in den tieferen Schichten sehr viel ärmer an Korn- und Strohbestandtheilen als das in Cunnersdorf war, während es dieses in der obersten Schicht in seinem Gehalte an Kornbestandtheilen übertraf.

Digitized by Google

Obwohl das Feld in Kötitz über $^1/_4$ mehr Stallmist empfangen hatte als das in Cunnersdorf, so gelangte dennoch nur ein höchst unbedeutender Theil davon bis zum Klee, weil die Bodenschichte oberhalb, die der Kleepflanze dienlichen Nährstoffe zurückgehalten hatte, welche hauptsächlich der Haferpflanze zu Gute kamen. Der Mehrertrag an Haferkorn war in Kötitz um mehr als das Doppelte höher als von dem Felde in Cunnersdorf. In Mäusegast zeigen sich ähnliche Verhältnisse; der ungewöhnliche Reichthum der Ackerkrume an Korn- und Strohbestandtheilen entspricht einem verhältnißmäßig geringen Absorptions- oder Zurückhaltungs-Vermögen für die löslich gewordenen Mistbestandtheile, von denen eine sehr beträchtliche Menge in die tiefsten Schichten gelangte. Aus dem gleichförmigen Steigen der aufeinanderfolgenden Erträge durch die Mistdüngung in Oberbobritzsch ergibt sich von selbst eine sehr gleichförmige Verbreitung der wirksamen Mistbestandtheile, wie etwa in einem Boden, der, wenn auch kein Sandboden, doch in seinem Sandgehalte um Vieles die anderen besprochenen Bodensorten übertrifft.

Es ist leicht einzusehen, daß die Bekanntschaft mit dem Absorptionsvermögen der Ackererde von diesen verschiedenen Feldern den Landwirth in den Stand setzt, im Voraus zu ermitteln, bis zu welcher Tiefe die von ihm im Miste zugeführten Nährstoffe in seinen Boden eindringen, und es versteht sich alsdann von selbst, daß er die mechanischen Hilfsmittel, die ihm zu Gebote stehen, um die Verbreitung derselben an den rechten Orten und in der rechten Weise zu befördern, um so wirksamer in Anwendung bringen kann.

Es würde keinen Zweck haben, diese Betrachtungen noch weiter auszudehnen; was ich damit erreichen will, ist, die Aufmerksamkeit des Landwirthes den Erscheinungen zuzulenken,

Digitized by Google

welche ſein Feld während des Betriebes darbietet, weil eine jede bei näherer Beobachtung ſein Nachdenken über den Grund derſelben herausfordert. Es iſt dies der Weg, um die Beſchaffenheit des Feldes genau kennen zu lernen.

Beobachtung und Nachdenken ſind die Grundbedingungen alles Fortſchrittes in der Naturerkenntniß und es bietet der Feldbau in dieſer Beziehung eine Fülle von Entdeckungen dar. Welch ein Gefühl des Glückes und der Befriedigung muß in der That die Seele des Mannes durchdringen, dem es gelungen iſt, ohne Vermehrung ſeiner Arbeit oder ſeines Kapitals durch die verſtändige und geſchickte Benutzung ſeiner genauen Bekanntſchaft mit den Eigenthümlichkeiten ſeines Feldes, demſelben dauernd ein Korn mehr abzugewinnen; denn ein ſolcher Erfolg hat nicht bloß für ihn, ſondern für alle Menſchen den höchſten Werth.

Wie unbedeutend und klein erſcheint doch alles, was wir ſchaffen und entdecken, gegen das gehalten, was der Landwirth erzielen kann!

Alle unſere Fortſchritte in Kunſt und Wiſſenſchaft vermehren nicht die Bedingungen der Exiſtenz der Menſchen, und wenn auch ein kleiner Bruchtheil der menſchlichen Geſellſchaft dadurch an geiſtigen und materiellen Lebensgenüſſen gewinnt, ſo bleibt die Summe des Elendes in der großen Maſſe die nämliche. Ein Hungernder geht nicht in die Kirche, und ein Kind, welches in der Schule etwas lernen ſoll, darf keinen leeren Magen mitbringen, ſondern muß noch ein Stück Brod in ſeiner Taſche haben.

Der Fortſchritt des Landwirthes lindert hingegen die Noth und die Sorgen der Menſchen und macht ſie empfindungsfähig und empfänglich für das Gute und Schöne, was Kunſt und Wiſſenſchaft erwerben; er gibt unſeren anderen Fortſchritten erſt den Boden und den rechten Segen.

Digitized by Google

Wir wollen jetzt die Aenderungen näher betrachten, welche ein gegebenes Feld in ſeiner Zuſammenſetzung bei dem Stallmiſtbetrieb erfährt; der Grund der Wiederherſtellung des Ertragsvermögens durch Stallmiſt iſt bei allen Feldern ohne Unterſchied der nämliche, ſo verſchieden auch die Rotationen oder die Pflanzen ſein mögen, welche auf den Feldern gebaut werden.

Durch den Anbau von Korngewächſen und durch den Verkauf der Kornfrucht verliert die Ackerkrume eine gewiſſe Menge von Kornbeſtandtheilen, welche durch die Stallmiſtdüngung wiedergegeben werden müſſen, wenn die früheren Erträge wiederkehren ſollen.

Dieſer Erſatz geſchieht durch den Anbau von Futtergewächſen, von Rüben, Klee, Gras ꝛc., die auf dem Gute verfüttert werden und deren Beſtandtheile zu einem großen Theile von den tieferen Erdſchichten ſtammen, welche die Wurzeln der Halmpflanze nicht erreichen.

Dieſe Futtergewächſe werden entweder, wie in England die Rüben auf dem Felde ſelbſt, oder in dem Stalle verfüttert, ein Bruchtheil der Nährſtoffe, welche dieſe Pflanzen enthalten, bleibt in dem Körper der Thiere, die damit ernährt wurden, zurück, während der Reſt in der Form von flüſſigen oder feſten Excrementen zu Beſtandtheilen des Stallmiſtes wird, deſſen Hauptmaſſe aus dem Stroh beſteht, welches als Streu gedient hat.

In Deutſchland werden die Kartoffeln nicht unmittelbar verfüttert, ſondern die Rückſtände der Branntweinbrennereien, welche die ganze Summe der von den Kartoffeln dem Boden entzogenen Nährſtoffe nebſt den Beſtandtheilen des für den Maiſchproceß dienenden Gerſtenmalzes enthalten.

Da in der Regel in der Form von Stallmiſt der Ackerkrume alles Stroh wieder gegeben wird, was dieſe in der vorhergegangenen Rotation geliefert hat, ſo iſt ſie beim Anfang der

Digitized by Google

neuen Rotation ebenſo reich wie zuvor an den Bedingungen der Stroherzeugung; es beſteht unter dieſen Verhältniſſen kein Grund der Abnahme des Strohertrags.

Was den verfütterten Klee, die Rüben, Kartoffelſchlempe ꝛc. betrifft, ſo bleibt wie erwähnt in dem Körper der Arbeitsthiere, der Pferde, Ochſen, ſowie überhaupt in dem der erwachſenen Thiere, die damit ernährt wurden und deren Gewicht ſich nicht merklich ändert, ſehr wenig von den Beſtandtheilen des verzehrten Futters zurück, aber ein Theil davon bleibt im jungen Vieh, in dem Körper der Schafe, in der Milch und dem Käſe, und dieſer gelangt nicht in den Miſt und kehrt nicht auf das Feld zurück. Wenn man den Verluſt, den das Feld an Phosphorſäure und Kali in den ausgeführten Thieren und animaliſchen Producten (Wolle, Käſe ꝛc.) erleidet, auf $^1/_{10}$ der in den Kartoffeln, Rüben, Klee enthaltenen Phosphorſäure anſchlägt, ſo iſt dies vielleicht ſchon zu hoch. In keinem Falle wird man einen großen Fehler begehen, wenn man annimmt, daß $^9/_{10}$ aller Rüben-, Kartoffel- oder Kleebeſtandtheile dem Felde im Stallmiſte wieder gegeben werden, wodurch die Ackerkrume nach der Düngung in einer neuen Rotation an Kartoffel-, Klee- und Rübenbeſtandtheilen reicher wird, als ſie vorher war, da die letzteren von den tieferen Schichten ſtammen.

Die wirkſamen Miſtbeſtandtheile werden von den oberen Schichten des Feldes zum bei weitem größten Theile zurückgehalten und die tieferen Bodenſchichten empfangen ſehr wenig von dem zurück, was ſie verloren haben, woher es dann kommt, daß das Vermögen der letzteren, gleich hohe Klee- oder Rübenernten zu liefern, nicht wiederhergeſtellt wird.

Die Bodenbeſtandtheile, welche die Thiere von den Rüben, dem Klee, Kartoffeln ꝛc. empfangen haben und die in ihrem Körper zurückbleiben, ſind ſehr nahe in Quantität und Qualität

Digitized by Google

identiſch mit denen der Kornfrüchte, und man kann mithin den Verluſt, den das Feld erleidet, gleich ſetzen dem ausgeführten Korn, plus den Kornbeſtandtheilen, welchen die Futtergewächſe an die Thiere abgegeben haben.

Die Wiederherſtellung des vollen Ertrags des Feldes an Korn ſetzt naturgemäß voraus das Gleichbleiben der Bedingungen zur Erzeugung dieſes Ertrages in derjenigen Bodenſchicht, die ihn geliefert hat, mithin die volle Wiedererſtattung der der Ackerkrume entzogenen Nährſtoffe für das Korn.

Wenn der Stallmiſt nur Stroh- und Kartoffelbeſtandtheile enthielte und nichts Anderes, ſo würde durch Düngung eines Feldes mit ſolchem Miſte das Ertragsvermögen der Ackerkrume für eine Stroh- und Kartoffelernte, aber nicht für die gleiche Kornernte wieder hergeſtellt werden. Die Ackerkrume bleibt ebenſo reich an Nährſtoffen für das Stroh und die Kartoffeln, ſie iſt aber um die ganze Quantität der ausgeführten Nährſtoffe für das Korn ärmer.

Wenn durch den Stallmiſt der Kornertrag wieder hergeſtellt werden ſoll, ſo muß derſelbe nothwendig eine dem Verluſt entſprechende Menge Kornbeſtandtheile enthalten, entweder ebenſoviel oder auch mehr als ausgeführt worden iſt.

Dies hängt natürlich von der Summe der Nährſtoffe für das Korn ab, welche von dem Klee oder den Rüben nach ihrer Verfütterung in den Stallmiſt übergegangen ſind.

Iſt dieſe Zufuhr größer als der Verluſt, ſo wird die Ackerkrume thatſächlich an Kornbeſtandtheilen reicher, ſie wird aber in dieſem Falle auch an den Bedingungen der Vermehrung des Strohertrags und des Ertrages an Knollengewächſen bereichert. Wenn mit dem Stallmiſte alſo (durch ſeine Klee- oder Rübenbeſtandtheile) der Gehalt an Phosphorſäure und Stickſtoff in der Ackerkrume vermehrt wird, ſo ſteigt in einem noch viel größe-

Digitized by Google

ren Verhältniſſe ihr Kali- und Kalkgehalt und um etwas ihr Kieſelſäuregehalt, und da in dem Stallmiſt, wie bemerkt, die ganze Summe der entzogenen Strohbeſtandtheile auf das Feld wiederkehrt, ſo ſteigen die Korn-, Stroh- und Kartoffelernten.

Dieſes Steigen der Erträge aller Culturpflanzen, welche ihre Hauptbeſtandtheile aus der Ackerkrume empfangen, kann ſehr lange dauern, allein es hat bei allen Feldern eine ganz beſtimmte Grenze.

Es kommt für ein jedes Feld, bei dem einen früher, bei einem anderen ſpäter, die Zeit, wo der Untergrund, der ſich gegen die Klee- oder Rübenpflanze genau ebenſo verhält, wie die Ackerkrume gegen die Halmgewächſe, durch die dauernde Entziehung von Nährſtoffen, von Phosphorſäure, Kali, Kalk, Bittererde ꝛc., die demſelben nicht wiedererſetzt wurden, an ſeinem Ertragsvermögen für Klee oder Rüben abnimmt, wo alſo die der Ackerkrume in dem Kornbau genommenen Nährſtoffe aus dem Vorrathe der aus den tieferen Schichten durch den Klee oder die Rüben in die Höhe gehoben worden iſt, nicht mehr erſetzt werden. Die hohen Erträge des Feldes nehmen, auch wenn der Klee anfängt zu mißrathen, darum noch lange nicht ab; denn wenn die Ackerkrume durch den Klee oder die Rüben nach jedem Umlaufe mehr an Kornbeſtandtheilen empfangen hat, als ſie durch die Kornausfuhr verlor, ſo kann ſich nach und nach ein ſolcher Ueberſchuß an dieſen Nährſtoffen anhäufen, daß dem Landwirth die wahre Beſchaffenheit ſeines Feldes völlig entgeht; indem er Wicken, Weißklee und andere Futtergewächſe in ſeinen Betrieb einſchiebt, die ihre Nahrung den oberen Bodenſchichten entnehmen, gelingt es ihm, ſeinen Viehſtand aufrecht zu erhalten, und er gibt ſich der Meinung hin, daß alle Dinge in ſeinem Felde gerade ſo vor ſich gingen wie früher, als ſein Klee oder ſeine Rüben noch gute Ernten gaben. Dies iſt natürlich nicht der

Digitized by Google

Fall, denn ein wirklicher Ersatz findet nicht mehr statt; seine hohen Kornernten erzielt er jetzt auf Kosten der im Ueberschusse in der Ackerkrume angehäuften Nährstoffe, die er durch die eingeschalteten Futtergewächse in Bewegung setzt und durch den Stallmist nach jedem Umlaufe wieder gleichförmig in der Ackerkrume verbreitet.

Sein Misthaufen ist an Masse und Umfang vielleicht größer noch als vorher, da aber aus dem Untergrund oder aus den tieferen Schichten keine Nährstoffe durch den Klee oder die Rüben mehr hinzukommen, so nimmt dessen Vermögen, die Fruchtbarkeit der Ackerkrume wieder herzustellen, fortwährend ab; wenn der Ueberschuß verzehrt ist, so kommt der Zeitpunkt, wo die Kornerträge abnehmen, während die Stroherträge im Verhältniß höher ausfallen als früher, denn die Bedingungen der Stroherzeugung haben stätig zugenommen.

Die Wahrnehmung der Abnahme seiner Kornernten entgeht dem Landwirthe natürlich nicht, sie fordert ihn zur Drainirung, zur besseren mechanischen Bearbeitung und Wahl anderer Culturgewächse auf, welche den Klee und die Rüben ersetzen, er schaltet in seinen Umlauf, wenn der Untergrund seiner Felder es gestattet, Luzerne oder Esparsette, die mit ihren längeren und noch mehr sich verzweigenden Wurzeln noch tiefere Bodenschichten als der rothe Klee erreichen, und zuletzt die wahre Hungerpflanze, die gelbe Lupine ein.

Durch diese „Verbesserungen" seines Betriebes, die der Landwirth als Fortschritte ansieht, steigen wieder die Kornerträge in der Stallmistwirthschaft, es häuft sich möglicherweise wieder ein Vorrath von Nährstoffen in der Ackerkrume an, aus tieferen Magazinen, aber auch diese werden nach und nach leer, und auch der Vorrath in der Ackerkrume erschöpft sich.

Digitized by Google

Dies iſt das natürliche Ende der Stallmiſtwirthſchaft.

Die Felder, welche zu den Verſuchen in Sachſen gedient haben, geben ſehr gute Beiſpiele für die verſchiedenen Zuſtände ab, in welche die Felder überhaupt durch die reine Stallmiſtwirthſchaft verſetzt werden.

Das Feld in Cunnersdorf befindet ſich in der erſten, das in Mäuſegaſt in der zweiten, die Felder in Kötitz und Oberbobritzſch in der dritten der eben angedeuteten Perioden der Stallmiſtwirthſchaft.

In Cunnersdorf wird die durch den früheren Betrieb erſchöpfte Ackerkrume mit jedem Umlauf reicher an den Bedingungen der Kornerzeugung; es wird durch den Klee nicht allein der Verluſt durch den Kornbau erſetzt, ſondern es muß ſich nach und nach ein bemerklicher Ueberſchuß an allen Nährſtoffen darin anhäufen, und in einer Reihe von Jahren, in der Vorausſetzung des fortdauernden Stallmiſtbetriebes, wird das Feld ganz die Beſchaffenheit des Feldes in Mäuſegaſt haben; die Ackerkrume wird ein ſehr hohes Ertragsvermögen für Korn und andere Früchte gewinnen, während die Kleeernten abnehmen. Die Felder in Kötitz und Oberbobritzſch beſaßen höchſtwahrſcheinlich in einer früheren Zeit eine ähnliche Beſchaffenheit wie das Feld in Mäuſegaſt; damit iſt nicht geſagt, daß ſie ebenſo hohe Ernten wie dieſes jemals gegeben hatten, ſondern nur, daß die ungedüngten Stücke zu irgend einer Zeit höhere Ernten als im Jahre 1851 gegeben haben. Ohne Zuſchuß von Wieſen oder von anderen Feldern, die nicht in die Rotation eingeſchloſſen ſind, müſſen die Erträge derſelben fortwährend fallen; was der Klee an dieſen beiden Orten der Ackerkrume gibt, iſt lange nicht zureichend, um das, was derſelben genommen wird, zu erſetzen.

In der folgenden Berechnung iſt angenommen, daß von

Digitized by Google

den erzielten Ernten, der Roggen und Hafer als solche, und von den Kartoffeln und dem Klee $^1/_{10}$ in der Form von Vieh ausgeführt worden seien *).

Cunnersdorf.

Die Ackerkrume verlor:	Phosphorsäure	Kali
Ausfuhr in 1176 Pfd. Roggenkorn .	10,2 —	5,5 Pfunde
„ „ 2019 „ Hafer . . .	15,3 —	7,7 „
„ „ in $^1/_{10}$ der Kartoffelernte .	2,3 —	1,1 „**)
„ „ in $^1/_{10}$ der Kleeernte . .	4,0 —	2,0 „**)
Verlust im Ganzen	31,8 —	16,3 Pfunde
Die Ackerkrume empfing:		
$^9/_{10}$ von 9144 Pfund Kleeheu .	36,18 —	95,5 Pfunde
im Ganzen mehr	4,38 —	79,2 Pfunde

Die Ackerkrume in Cunnersdorf empfing mithin im Stallmiste mehr Phosphorsäure und mehr Kali, als sie abgegeben hatte.

Bei dieser Berechnung kommt es natürlich nicht darauf an, wieviel von dem Korn oder Hafer ausgeführt wurde; mehr als das Feld ertrug, konnte nicht ausgeführt werden, und eine kleinere Ausfuhr konnte nur bewirken, daß in dem Felde die Phosphorsäure und das Kali sich um so mehr anhäuften.

---

*) Der Gehalt an Phosphorsäure und Kali ist in der Rechnung angenommen wie folgt:

	Roggen		Hafer		Kartoffeln	Kleeheu
	Korn	Stroh	Korn	Stroh		
Phosphorsäure . .	0,864	— 0,12	— 0,75	— 0,12	— 0,14	— 0,44
Kali	0,47	— 0,52	— 0,38	— 0,94	— 0,58	— 1,16

**) Die Kalimenge ist nach dem Verhältniß der Phosphorsäure im Korn berechnet auf 2 Gewichtsthle. Phosphorsäure und 1 Gewichtsthl. Kali.

Digitized by Google

Mäuſegaſt.

		Phosphorſäure		Kali
Die Ackerkrume verlor im	Roggenkorn, Gerſtenkorn, 1/10 Kartoffeln, 1/10 Klee	35,4	—	18,1
Die Ackerkrume gewann in 9/10 der Kleeernte		22,0	—	62,0
an Phosphorſäure weniger 13,4, an Kali mehr 43,9				

Kötitz.

	Phosphorſäure	Kali
Die Ackerkrume verlor im Roggen — Haferkorn — 1/10 Kartoffeln und Klee	26,4 Pfd.	12,7 Pfd.
gewann im Klee	8,5 „	11,0 „
Verluſt	16,1 Pfd.	1,7 Pfd.

Die Rechnung für das Feld in Oberbobritzſch ſtellt ſich ähnlich wie für das letztere. Während die Ackerkrume in Mäuſegaſt in Folge der höheren Kleeerträge noch an Kali gewinnt, vermindert ſich allmälig durch die Kornernten der Kaligehalt in dem kalireichen Boden zu Kötitz.

Dieſe drei Felder geben ein Bild von dem Verhalten aller Felder in der reinen Stallmiſtwirthſchaft, in welcher der Erſatz durch Dünger von Außen ausgeſchloſſen iſt.

Der Erſatz durch angekauftes Futter oder auf natürlichen Wieſen gewonnenes Heu iſt gleich zu ſetzen dem Zukauf von Dünger.

Es iſt ſelbſtverſtändlich, daß man einem Culturfelde nicht mehr Stallmiſt zuführen kann, als es erzeugt, und nur dann mehr, wenn man die Stallmiſtbeſtandtheile einem anderen nimmt, was naturgemäß die Folge hat, daß das letztere um ebenſoviel verliert, als das andere mehr empfängt.

Geht man in dieſen Betrachtungen von den gedüngten

Digitized by Google

Feldern aus, ſo fallen die Kornernten, ſowie in vielen Fällen die Klee- oder Rübenernten, höher aus; die Ackerkrume verliert mehr durch die Kornausfuhr und empfängt mehr durch den mehrerzeugten Stallmiſt; das Endergebniß iſt aber das nämliche.

Man bemerkt, daß in der Fruchtwechſelwirthſchaft, die Ackerkrume während einer langen Zeit, mit jedem Umlaufe, an Kali, ſowie an Kalk, Bittererde (den vorwaltenden Beſtandtheilen des Klees und der Rüben) und an Kieſelſäure ſehr viel reicher wird, als ſie von Natur iſt.

Dieſe Stoffe ſind die vorwaltenden Bedingungen der Kraut- und Wurzelerzeugung; das Feld wird, wie der Landwirth ſagt, zur Verunkrautung*) geneigt, ein Uebel, welches eine nothwendige Folge der Stallmiſtwirthſchaft iſt und zu deſſen Beſeitigung er den Fruchtwechſel für ganz unentbehrlich hält.

*) Die ſchädlichſten dieſer Unkrautpflanzen ſind:

Der Hederich (Raphanus Raphanistrum), die Kornrade (Agrostemma Githago), die Kornblume (Centaurea Cyanus), die Feldkamille (Matricaria cham.), die Ackerkamille (Anthemis arvensis); es ſind dies lauter Pflanzen, welche in ihrer Aſche ebenſoviel Kali als der Klee und 7 bis 18 Procent Chlorkalium enthalten, ein Salz, welches einen hauptſächlichen Beſtandtheil des Urins der Thiere ausmacht, und im Stallmiſt dem Felde zugeführt wird.

	II. Maltric. cham.	I. Matricaria cham.	Anthemis arvensis	Centaurea Cyanus	Agrostemma Githago
Proc. Aſche	8,51	9,69	9,66	7,32	13,20
Die Aſche enthält:					
Kali	25,49	32,386	30,57	36,536	22,86
Chlorkalium	18,4	14,25	7,15	11,88	7,55
Phosphorſäure . . .	5,1	7,80	9,94	6,59	6,64
Phosphorſaures Eiſen	2,39	2,39	4,77	2,34	1,80

(Rüling in den Annalen der Chemie und Pharm. Bd. 56, S. 122.)

Digitized by Google

In der Regel glaubt man, daß die Hacke das Mittel hierzu ſei, allein die mechaniſche Bearbeitung kann die Entwicklung der Unkrautpflanzen auf eine ſpätere Zeit verſchieben, nicht verhindern. Die Hacke hat einen Theil an der Beſeitigung, aber nicht allen.

In dem Feldbau richtet ſich die Fruchtfolge jederzeit und unter allen Umſtänden nach den Halmgewächſen; man läßt diejenigen Pflanzen vorangehen, durch deren Cultur die Kornernten nicht beeinträchtigt, vielleicht noch günſtiger gemacht werden, aber die Wahl derſelben wird jederzeit durch die Beſchaffenheit des Bodens beſtimmt.

In einem an Krautbeſtandtheilen reichen Felde iſt es häufig nützlich, Tabak oder Reps dem Weizen; Rüben oder Kartoffeln dem Roggen vorhergehen zu laſſen, und man verſteht, daß durch dieſe Gewächſe, indem ſie eine große Menge Krautbeſtandtheile dem Boden entziehen, ein richtigeres Verhältniß zwiſchen Stroh- und Kornbeſtandtheilen für die nachfolgende Halmfrucht hergeſtellt wird, ſowie ſich denn dadurch die Bedingungen des Gedeihens der Unkrautpflanzen in der Ackerkrume vermindern.

Die vorſtehenden Betrachtungen über die Erträge der ſächſiſchen Felder, die ſie ohne Düngung und mit Stallmiſt gedüngt geliefert haben, geben, wie ich glaube, eine vollſtändige Einſicht in das Weſen der Stallmiſtwirthſchaft; in dem Verhalten dieſer Felder ſpiegelt ſich die Geſchichte des Feldbaues ab.

In der erſten Zeit oder auf einem jungfräulichen Boden baut man Korn auf Korn, und wenn die Ernten abnehmen, ſo wechſelt man mit dem Felde; die Zunahme der Bevölkerung ſetzt nach und nach dieſem Wandern eine Grenze, man bebaut dieſelbe Oberfläche, indem man ſie abwechſelnd brach liegen

Digitized by Google

läßt, man beginnt zugleich, das verlorene Ertragsvermögen der Felder durch Dünger, den natürliche Wieſen liefern, wiederherzuſtellen, und wenn dieſe nicht mehr ausreichen, ſo führt dies zum Futterbau auf den Feldern ſelbſt; man benutzt den Untergrund als künſtliche Wieſe, im Anfange ohne Unterbrechung, dann läßt man den Klee und die Rüben in immer längeren Zwiſchenräumen einander folgen; zuletzt hört der Anbau von Futtergewächſen und damit die Stallmiſtwirthſchaft auf; ihr endlicher Erfolg iſt die völlige Erſchöpfung des Bodens, inſofern die Mittel allmälig ausgehen, um das Ertragsvermögen der Felder wieder herzuſtellen.

Alles dies geht natürlich ganz außerordentlich langſam vor ſich, und erſt die Enkel und Urenkel ſehen den Erfolg. Wenn in der Nähe der Feldgüter ſich Wälder befinden, ſo ſucht der Bauer ſich mit Waldſtreu zu behelfen; er bricht die natürlichen Wieſen um, welche noch reich ſind an Pflanzen-Nährſtoffen, und verwandelt ſie in Ackerfeld, dann brennt er die Wälder nieder und benutzt die Aſche zur Düngung; wenn dann die Bevölkerung allmälig ſich vermindert, ſo baut er ein Feld in zwei Jahren einmal (wie in Catalonien), dann in drei Jahren nur einmal (wie in Andaluſien) an *).

*) Schon Kaiſer Karl V. gab Verordnungen, welche anbefohlen, die in jüngſter Zeit zu Ackerfeld umgeackerten Wieſen auf's Neue zu Wieſen zu machen. Aber nicht erſt Karl V., ſchon die erſten katholiſchen Könige und früher noch Pedro der Grauſame von Caſtilien hatten ſolche Verordnungen erlaſſen. Ja ſelbſt vor der Zeit, in welcher am Anfang des 15. Jahrhunderts Henrique von Caſtilien das Verbot erließ, daß bei Todesſtrafe kein Rindvieh fernerhin ausgeführt werden dürfe, hatte ſchon im Anfang des 14. Jahrhunderts König Alonzo Onzeno Verordnungen zur Rettung der Wieſen und Weiden erlaſſen. (Bilder aus Spanien von Karl Freiherrn von Thienen-Adlerflycht. Berlin Dunker. S. 241.) Alles ohne Erfolg, denn was iſt die Macht auch der mächtigſten Monarchen gegen die eines in ſeinen Wirkungen unaufhaltſamen Naturgeſetzes!!

Digitized by Google

Kein verſtändiger Menſch, welcher mit unbefangenem Sinne den gegenwärtigen Zuſtand des Feldbaues einer gründlichen Betrachtung würdigt, kann über das Stadium, in welchem ſich die europäiſche Landwirthſchaft befindet, im geringſten Zweifel ſein. Alle Länder und Gegenden der Erde, in welchen der Menſch nicht Sorge trug, ſeinen Feldern die Bedingungen der Wiederkehr ſeiner Ernten zu erhalten, ſehen wir von der Periode ihrer dichteſten Bevölkerung an, nach und nach der Unfruchtbarkeit und der Verödung verfallen. Man iſt gewöhnt den Grund in politiſchen Ereigniſſen und in den Menſchen zu ſuchen, die ihren guten Theil daran haben mögen, aber man kann hier wohl fragen, ob nicht eine weit tiefer liegende, dem Hiſtoriker nicht ſo leicht erkennbare Urſache viele dieſer Erſcheinungen im Völkerleben mit bedingt und ob nicht in der Mehrzahl der Fälle die ausrottenden Kriege der Völker durch das unerbittliche Geſetz der Selbſterhaltung veranlaßt geweſen ſind? Die Völker haben ihre Jugend, ihr Alter, und ſterben dann ab; ſo ſieht es von Weitem aus, aber in der Nähe betrachtet, erkennt man, da die Bedingungen des Fortbeſtehens der Menſchen, inſofern erſtere in der Erde liegen, ſehr begrenzt und erſchöpfbar ſind, daß die Bevölkerungen ſich ſelbſt ihre Gräber gruben, welche dieſe Bedingungen nicht zu erhalten wußten; da, wo es geſchah (wie z. B. in China und Japan), ſtarben ſie nicht ab.

Nicht die Fruchtbarkeit der Erde, wohl aber die Dauer der Fruchtbarkeit liegt in dem Willen der Menſchen; und es iſt zuletzt für das große Ganze ziemlich gleichgültig, ob eine Nation in einem an Fruchtbarkeit ſtetig abnehmenden Lande allmälig untergeht, oder ob ſie, wenn ſie die ſtärkere iſt, um ihr Fortbeſtehen zu behaupten, eine andere in einem an den Bedingungen deſſelben reicheren Lande ausrottet und ſich an ihre Stelle ſetzt.

Digitized by Google

Kann man es wirklich nur für Laune oder Zufall halten, daß der Landbauer in den huertas von Valencia jährlich von demſelben Boden dreimal erntet, während dicht daran in einer benachbarten Gegend das Feld in drei Jahren nur einmal bebaut wird, daß man in Spanien die Wälder aus bloßem Unverſtande niederbrannte, um die Aſche der Bäume zur Wiederherſtellung der Fruchtbarkeit der Ackerfelder zu benutzen? (ſiehe Anhang G).

Muß nicht ein Jeder, der ſich nur einigermaßen mit den naturgeſetzlichen Bedingungen des Feldbaues bekannt gemacht hat, einſehen, daß der ſeit Jahrtauſenden in den meiſten Ländern übliche Betrieb die Verarmung und Erſchöpfung auch der fruchtbarſten Länder unvermeidlich nach ſich ziehen mußte, und läßt es ſich denken, daß für die europäiſchen Cultur-Länder die gleichen Urſachen ausnahmsweiſe nicht die gleichen Wirkungen haben werden?

Iſt es unter dieſen Umſtänden recht oder vernünftig, auf die Lehren der leichtfertigen Thoren zu achten, die mit ihren elenden chemiſchen Analyſen in einem jeden Boden, den man ihnen gibt, einen unerſchöpflichen Vorrath von Nährſtoffen nachweiſen, ſelbſt in ſolchem, der keine Klee-, keine Rüben- und keine Kartoffelernten mehr liefert und der wieder tragbar für Klee, für Kartoffeln und Rüben wird, wenn man ihn mit Aſche oder Kalk an den rechten Orten düngt?

Im Angeſichte der täglichen Erfahrung, daß die Kornfelder, um fruchtbar zu bleiben, nach einer kurzen Reihe von Jahren gedüngt werden müſſen, iſt es ein Verbrechen gegen die menſchliche Geſellſchaft, eine Sünde gegen die öffentliche Wohlfahrt, die Meinung zu verbreiten, daß die Futtergewächſe, welche den Miſt für die Kornfelder liefern, ohne Aufhören auf dem Felde die Bedingungen ihres Gedeihens vorfinden, daß das Natur-

Digitized by Google

geſetz nur für die eine Pflanzengattung und keine Geltung für eine andere habe. Die Lehren dieſer Männer führen zu keinem anderen Ziel, als die Landwirthſchaft auf der niedrigen Stufe zu erhalten, die ſie bis jetzt einnimmt. In England iſt ſie ein rein mechaniſches Gewerbe, und man betrachtet dort den Dünger als die Schmiere, welche die Maſchine braucht, um in Bewegung zu bleiben.

In Deutſchland iſt ſie ein abgearbeitetes Pferd, dem man ſtatt des Futters Schläge gibt; nirgendwo erkennt man ihre wahre Schönheit, daß ſie einen geiſtigen Inhalt und gleichſam eine Seele hat; eben dadurch, nicht blos wegen ihrer Nützlichkeit, ſteht ſie über allen Gewerben, und ihr Betrieb gewährt dem, welcher die Sprache der Natur verſteht, nicht nur alle Vortheile, die er erſtrebt, ſondern auch Genüſſe, ſo wie ſie nur die Wiſſenſchaft gewähren kann.

Unter allen Uebeln in der menſchlichen Geſellſchaft iſt unzweifelhaft die Unwiſſenheit das Grundübel und darum das größte. Dem Unwiſſenden, ſei er auch noch ſo reich, ſchützt ſein Reichthum nicht vor der Armuth, und der Arme, der das Wiſſen hat, wird durch ſein Wiſſen reich. Ohne daß der unwiſſende Landwirth es nur gewahr wird, beſchleunigt ſein Fleiß, ſein Sorgen und Mühen nur ſein Verderben; die Erträge ſeiner Felder nehmen fortwährend ab und ſeine gleich ihm unwiſſenden Kinder und Enkel ſind zuletzt unvermögend, ſich auf der Scholle zu behaupten, auf der ſie geboren ſind, und ihr Land fällt in die Hände deſſen, der das Wiſſen hat; denn in dem Wiſſen liegt die Kraft, welche das Kapital und die Macht erwirbt, und die damit naturgeſetzlich den Wiederſtandsloſen von dem Erbe ſeiner Väter vertreibt.

Für das Thier, das für ſich ſelbſt nicht ſorgen kann, ſorgt das Naturgeſetz, es iſt ſein Herr; es ſorgt nicht für den

Digitized by Google

Menſchen, denn der Menſch, der in ihm die Gedanken Gottes verſteht, iſt der Herr des Naturgeſetzes, ihm dienet es hülfreich und willig. Das Thier bringt ſein Wiſſen und Können mit auf die Welt, es wächſt ohne ſein Zuthun mit ihm, vom Mutterleibe an; dem Menſchen aber verlieh der Schöpfer die Vernunft und ſchied ihn durch dieſe Gabe vom Thiere; ſie iſt das göttliche Pfund, mit dem er wuchern ſoll und von dem geſagt wird: »der da hat, dem wird gegeben werden, von dem aber der nicht hat, wird auch das genommen werden, was er hat«; nur was der Menſch mit dieſem »Pfunde« erwirbt, gibt ihm die Macht über die irdiſchen Kräfte. —

Der Irrthum, welcher aus dem Mangel an Wiſſen entſpringt, hat ſeine Berechtigung, denn Niemand hält daran feſt, der ihn erkannt hat und der Streit des Irrthums mit einer jungen Wahrheit iſt das naturgemäße Ringen der Menſchen nach Erkenntniß; in dieſem Kampfe muß ſie erſtarken, und wenn der Irrthum ſiegt, ſo beweiſt dies nur, daß ſie noch zu wachſen hat, nicht daß der Irrthum die Wahrheit iſt.

Von jeher iſt das »Beſſere« der Feind des Guten geweſen, aber man begreift darum nicht, warum in ſo vielen Fällen die Unwiſſenheit der Feind der Vernunft iſt!

Es gibt kein Gewerbe, welches zu ſeinem gedeihlichen Betriebe einen größeren Umfang von Kenntniſſen erheiſcht, als die Landwirthſchaft und kein's, in welchem die Unwiſſenheit größer iſt.

Der Wechſelwirth, deſſen Betrieb auf der ausſchließlichen Anwendung des Stallmiſtes beruht, bedarf nur einer ſehr geringen Beobachtungsgabe, ja nur den Willen zu beobachten, um an unzähligen Merkzeichen zu erkennen, daß durch eine mit allem Aufwande von Arbeit und Fleiß betriebene Stallmiſterzeugung ſeine Felder an Ertragsvermögen nicht zugenommen haben.

Digitized by Google

Wenn durch den Stallmiſt ein Feld in der That auf die Dauer an Nährſtoffen reicher gemacht werden könnte, als es von Natur iſt, ſo ſollte man erwarten, daß eine funfzigjährige Düngung eine ſtetige Zunahme in den Erträgen zur Folge gehabt haben müſſe.

Wenn aber der Fruchtwechſelwirth ſeine jetzigen Erträge mit ſeinen früheren, oder denen, die ſein Vater oder Großvater erzielte, unbefangen und ohne Vorurtheil vergleicht, ſo wird Keiner ſagen können, daß ſie zugenommen haben, nur Wenige, daß ſie ſich gleich geblieben ſind; die Mehrzahl wird finden, daß ihre Erträge an Stroh durchſchnittlich höher und die Kornerträge niedriger, und im Verhältniſſe niedriger, als ſie ſonſt höher waren, ausfallen, und daß ſie das Geld, welches ihre Eltern in ihren früheren höheren Erträgen, die ſie für die Folgen ihrer Verbeſſerungen hielten, mehr eingenommen haben, jetzt wieder ausgeben müſſen, um Düngſtoffe anzukaufen, die man früher glaubte „erzeugen“ zu können, ſie werden gewahr, daß ſie jedenfalls nur einmal erzeugt, aber auf die Dauer nicht wiedererzeugt werden können.

In gleicher Weiſe wird der Dreifelderwirth, deſſen reicher Boden ihm geſtattete, ſeinen Betrieb beizubehalten, der noch reiche Wieſen hat, und von der Düngernoth noch nicht berührt iſt, welcher ebenſo reiche Ernten und ſchwereres Korn als der Fruchtwechſelwirth erzeugt, der ſich einbildet, ſein Betrieb habe gemacht, was ihm ſein Boden freiwillig gibt, auch dieſer wird ausnahmslos die Erfahrung machen, daß ſeine Felder an den Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit erſchöpfbar ſind, und daß es ein Irrthum ſei zu glauben, die Kunſt des Landwirthes beſtehe darin, den Miſt in Korn und Fleiſch zu verwandeln.

Ein einfaches Naturgeſetz beherrſcht die Dauer der Erträge der Felder. Wenn die Höhe des Ertrages eines Feldes bedingt iſt von der Oberfläche der im Boden vorhandenen Summe von

Nährſtoffen, ſo hängt die Dauer der Erträge ab von dem Gleichbleiben dieſes Verhältniſſes.

Dieſes Geſetz des Wiedererſatzes, der durch die Ernten dem Boden genommenen Nährſtoffe iſt die Grundlage des rationellen Betriebes und muß von dem praktiſchen Landwirth, vor allem Anderen im Auge behalten werden; er kann vielleicht darauf verzichten, ſeine Felder fruchtbarer zu machen als ſie von Natur ſind, er kann aber nicht auf das Gleichbleiben ſeiner Ernten rechnen, wenn er die Bedingungen derſelben in ſeinem Boden vermindert.

Bei allen den Landwirthen, welche die Meinung hegen, daß die Erträge ihrer Felder nicht abgenommen haben, hat dieſes Geſetz ſeine eigentliche Geltung noch nicht gefunden; indem ſie vorausſetzen, daß ſie mit einem Ueberſchuß von Nährſtoffen wirthſchaften, glauben ſie ſo lange davon hinwegnehmen zu dürfen, bis ſich ein Ausfall bemerklich mache, es ſei dann Zeit genug an den Erſatz zu denken.

Dieſe Anſicht beruht auf dem Mangel an Verſtändniß ihres eigenen Thuns.

Es läßt ſich ſicherlich nicht beſtreiten, daß die Düngung eines Feldes, welches einen Ueberſchuß an Nährſtoffen enthält, einer verſtändigen Bewirthſchaftung widerſpricht; denn welchen Zweck konnte eine Vermehrung von Nährſtoffen in einem Felde haben, in welchem ein Theil der bereits vorhandenen, ihrer Maſſe wegen, nicht zur Wirkſamkeit kommen kann!

Wie können aber vernünftige Männer von einem Ueberſchuſſe ſprechen, welche, um gleich hohe Ernten zu haben, genöthigt ſind zu düngen? deren Erträge fallen, wenn ſie nicht düngen!

Die einfache Thatſache „ſagen Andere“, daß in gewiſſen Gegenden, z. B. der Rheinpfalz, der Ackerbau blühe ſeit den

Digitized by Google

Römerzeiten, und daß der Boden dort noch ebenso reiche, ja noch höhere Erträge gebe, als in andern Ländern, beweise, wie wenig an einen Mangel oder an eine Erschöpfung der Felder durch den fortgesetzten Anbau zu denken sei, denn an diesen müsse vor anderen diese Erscheinung wahrgenommen werden, wenn sie überhaupt eintrete.

Aber der Ackerbau ist in den europäischen Cultur-Ländern wenigstens noch sehr jung, wie wir aus Karl des Großen Zeiten mit der größten Bestimmtheit wissen; seine Verordnungen über die Bewirthschaftung seiner Güter (Capitulare de villis vel curtis imperatoris), welche Vorschriften für die Verwalter derselben enthielt, sowie die Berichte der Beamten an den Kaiser (Specimen Breviarii rerum fiscalium Caroli Magni), welche auf seinen Befehl jene Landgüter besichtigen mußten, sind unverwerfliche Zeugnisse, daß von eigentlichem Ackerbau damals noch keine Rede war. Vom Getreidebau kommt im Capitulare wenig vor, mit Ausnahme der Hirse. In dem Breviarium ist berichtet, daß die Commissarien in Stefanswerth (einem Kammergute des Kaisers), zu welchem 740 Morgen (iurnales) Ackerland und Wiesen gehörten, von welchen 600 Karren Heu gemacht werden konnten, kein Getreide vorräthig fanden, hingegen eine Menge Vieh, 27 große und kleine Sicheln und nur 7 breite Hacken zum Bau von 740 Morgen Feld!

Auf einem andern Gute fanden sich 80 Körbe Spelt, ausreichend für 400 Pfd. Mehl ($1^1/_3$ Scheffel oder etwas mehr als 3 hectoliter) 90 Körbe Spelt vom laufenden Jahr, aus welchem 450 Pfd. Mehl gemacht werden können. Dagegen 330 Schinken!

Auf einem andern Gute war der Ertrag oder Bestand zu 20 Körben Spelt (= 100 Pfd. Mehl) vom vorigen Jahr und 30 Körbe Spelt, von welchen einer gesäet war.

Man bemerkt leicht, daß damals die Viehzucht vorherrschte

Digitized by Google

und der Kornbau in dem Betriebe eine ſehr untergeordnete Stelle einnahm *). Eine Urkunde aus der Zeit kurz nach Karl ſagt hierüber: „Jährlich ſollten drei Joche auf einem Feldgute" gepflügt und mit herrſchaftlichem Samen beſäet werden. (S. die Getreide-Arten und das Brod von Freih. von Bibra. Nürnberg. Schmid 1860.)

Wir beſitzen hiernach keinen einzigen zuverläſſigen Beweis, daß irgend ein Feld in Deutſchland, Frankreich, vielleicht mit Ausnahme Italiens von der Zeit Karl des Großen an bis zu uns zum Kornbau gedient hat und es empfängt die Beweisführung der Nichterſchöpflichkeit der Felder einen beinahe kindiſchen Charakter, weil in ſie, wie ſelbſtverſtändlich die Vorſtellung hineingelegt iſt, daß man dem Felde Korn genommen habe, ohne ihm die Bedingungen ſeiner Wiedererzeugung zu erſtatten. Ein Feld wird darum nicht unfruchtbar für Korn, weil es hohe Kornernten geliefert hat, ſondern es hört auf Kornernten zu liefern, wenn man ihm nicht erſetzt, was man ihm an Kornbeſtandtheilen genommen hat und eine Viehwirthſchaft erleichtert dieſen Wiedererſatz um ſo mehr, je ausgedehnter ſie iſt, wenn überhaupt der, welcher das Feld baut, mit der Wirkung des Miſtes vertraut iſt; zu Karl's des Großen Zeit war dieſe wohlbekannt, man düngte die Winterfrucht mit Miſt, von welchem man den Rindvieh- (Gor genannt) von dem Pferde-Miſt („Dost" oder „Deist") unterſchied. Auch das Mergeln war damals in Deutſchland ſchon üblich.

Was die Rheinpfalz im Beſonderen betrifft als ein Beweisſtück für die Unerſchöpflichkeit des Bodens, ſo habe ich im vorigen Herbſte bei Gelegenheit der Naturforſcherverſammlung in Speyer, Gelegenheit gehabt, mich nach den dortigen thatſächlichen

*) Bemerkenswerth iſt, daß Karl der Große auf ſeinen Gütern die Dreifelderwirthſchaft einführte, die er in Italien kennen gelernt hatte.

Digitized by Google

Verhältniſſen näher zu erkundigen; die bayeriſche Rheinpfalz umfaßt in den Abdachungen des Haardtgebirges nach dem Rhein hin, einen Diſtrikt von großer Fruchtbarkeit, die Gegend iſt bewohnt von einer außerordentlich fleißigen Bevölkerung, die in kleinen Städten und Dörfern verbreitet iſt; beinahe jeder Handwerker bis zum Schneider und Schuſter herab, beſitzt ein kleines Stück Feld, auf dem er ſeine Kartoffeln und Gemüſe zieht; von einer Getreideausfuhr aus dieſem Diſtrikte iſt keine Rede, wohl aber wird Getreide und ſehr viel Dünger aus Mannheim, Heidelberg und weiter her eingeführt; was in den Häuſern der Städte und Dörfer an Düngſtoffen gewonnen wird, weiß jeder zu ſchätzen, und wird ſorgfältig benutzt, ſo daß an eine Erſchöpfung, inſofern die entzogenen Nährſtoffe auf die Felder wiederkehren, nicht zu denken iſt; demungeachtet iſt in keiner Gegend Deutſchlands der Düngermangel mehr gefühlt als dort; auf den Landſtraßen begegnet man jederzeit Kindern mit kleinen Körben, welche den Pferden und Schweinen nachgehen, um den Miſt, den ſie fallen laſſen, zu ſammeln, und im Jahre 1849, während der politiſchen Bewegung in der Pfalz, hatten die Bauern keinen angelegentlichern Wunſch zur Verbeſſerung ihrer Lage, den Behörden vorzubringen, als die Erlaubniß „Waldſtreu" holen zu dürfen, d. h. den Wald ſeiner natürlichen Düngung zu Gunſten ihrer Felder berauben zu dürfen; ohne dieſen (ſehr elenden) Beidünger ſei die Zukunft der Landwirthſchaft in der Pfalz gefährdet. Eine Menge Dünger geht nämlich in die Weinberge und Tabaksfelder, die keinen zurückgeben, daher der ſteigende Mangel.

Sicherlich mögen die meiſten Culturfelder bei ihrem erſten Anbau reichliche aufeinanderfolgende Ernten geliefert haben, ohne alle Düngung, wie noch jetzt viele Felder in den vereinigten Staaten Amerika's, aber unter allen Erfahrungen iſt keine mehr beglaubigt und ſicher als wie die, daß ſchon nach wenigen Men-

Digitized by Google

ſchenaltern ſolche Felder für die Cultur von Weizen, Tabak und Baumwolle vollkommen ungeeignet ſind und nur dann wieder fruchtbar werden, ſobald man anfängt, ſie zu düngen.

Ich weiß wohl, daß eine geſchichtliche Thatſache für den unwiſſenden praktiſchen Mann ebenſowenig Ueberzeugungskraft hat, wie die Thatſachen der politiſchen Geſchichte für den praktiſchen Staatsmann, der ſeine Handlungen ebenfalls nach „den Umſtänden und Verhältniſſen“ einrichtet und der auch getrieben wird, wo er glaubt zu treiben, aber es kann doch dem nachdenkenden Geiſte nicht verborgen bleiben, daß in Ländern, von denen wir mit der größten Beſtimmtheit wiſſen, daß ſie ſeit 4000 Jahren und länger, ohne Unterbrechung hohe und gleichbleibende Getreide-Ernten liefern, ohne von der Hand des Menſchen Dünger zu empfangen, daß gerade in dieſen ſich das Geſetz des Wiedererſatzes auf das Augenſcheinlichſte und in ſeiner vollſten Wirkung erkennen läßt.

Wir wiſſen mit der größten Beſtimmtheit, daß die Getreidefelder im Nilthale und im Gangesbecken nur darum dauernd fruchtbar ſind, weil die Natur ſelbſt in dieſen Gegenden den Erſatz auf ſich nimmt, indem die Felder durch die Ueberſchwemmungen des Fluſſes in dem Schlamme, den das Waſſer zuführt, und der den Boden allmälig erhöht, die Bedingungen des verlorenen Ertragsvermögens wieder empfangen.

Alle Felder, welche das Waſſer des Fluſſes nicht mehr erreicht, verlieren ihr Vermögen, Ernten ohne Düngung zu liefern. In Aegypten ſchätzt man nach der Höhe des Waſſerſtandes des Nils den Ernteertrag und in Indien folgt auf das Ausbleiben der Ueberſchwemmungen unvermeidlich eine Hungersnoth.

Die Natur ſelbſt zeigt in ſolchen ſprechenden Fällen dem vernünftigen Menſchen, was er thun muß, um ſeine Felder fruchtbar zu erhalten (ſiehe Anhang H).

Digitized by Google

Die Vorſtellung unſerer unwiſſenden praktiſchen Männer, welche glauben, mit einem Ueberſchuß zu wirthſchaften, beruht zum Theil auf der Gunſt ihres Feldes und dann auf ihrer großen Geſchicklichkeit im Rauben. Wenn ein Mann ſich ein Einkommen dadurch verſchafft, daß er von tauſend Goldſtücken das Gewicht von einem Goldſtücke abfeilt, ſo ſtraft ihn, wenn er erwiſcht wird, das Geſetz, und er kann ſein Thun nicht damit rechtfertigen, daß es Niemand merke; denn Jedermann weiß, daß ſein Betrug, tauſendmal wiederholt, von den Goldſtücken nichts mehr übrig läßt. Ein gleiches Geſetz, dem aber Keiner entrinnt, ſtraft den Landwirth, der uns glauben machen will, er wiſſe, wie groß der Vorrath von wirkſamen Nährſtoffen in ſeinem Felde ſei und wie weit er reiche, und der ſich ſelbſt betrügt, wenn er ſich einbildet, er bereichere ſein Feld, indem er ihm oben gibt, was er ihm unten nimmt.

Es gibt eine andere Claſſe, bei denen ein halbes Wiſſen einen beſchränkten Verſtand begleitet, welche das Geſetz des Wiedererſatzes anerkennen, die es aber in ihrer eigenen Weiſe interpretiren. Sie behaupten und lehren, daß nur ein Stück von dem Geſetz und nicht das Ganze auf die Culturfelder paſſe, nur von gewiſſen Stoffen ſei der Wiedererſatz nöthig, alle anderen ſeien in unerſchöpflicher Menge in dem Felde zugegen; ſie ſtützen ſich in der Regel auf einige nichts bedeutende chemiſche Analyſen und rechnen dem einfältigen Landwirthe (denn für dieſen allein ſind dergleichen Auseinanderſetzungen beſtimmt) vor, wie reich ſein Feld noch ſei an dieſem oder jenem Stoffe und auf wieviel hunderttauſend Ernten ihr Vorrath noch reiche, als ob er irgend einen Nutzen davon habe, zu wiſſen, was der Boden enthält, wenn der Theil der Nährſtoffe, der die Ernten gibt und auf den es eigentlich ankommt, nicht beſtimmbar iſt.

Mit ſolchen abgeſchmackten Behauptungen kleben ſie förm-

Digitized by Google

lich dem praktiſchen Manne die Augen zu und machen, daß er nicht ſieht, was er deutlich ſehen würde ohne ſie; er iſt nur allzuſehr geneigt, einer ſolchen Behauptung Glauben beizumeſſen, weil er will, daß man ihn in ſeiner Ruhe laſſe und ihm mit „Denken" nicht beſchwerlich falle, das ſeine Sache nicht ſei.

Ich erinnere mich eines Falles, wo ein Gauner einem reichen Gentleman zu einem ſehr hohen Preiſe ein Erzlager von beinahe reinem Aluminiumoxyd zum Kaufe anbot, nachdem er ihm aus chemiſchen Werken bewieſen hatte, daß das Aluminiumoxyd ganz unentbehrlich ſei zur Darſtellung des Metalls, Aluminium, von welchem das Pfund im Handel vier Pfund Sterling koſte, und daß ſein Erz nahe an 80 Procent dieſes werthvollen Metalls enthalte. Der Käufer wußte nicht, daß man dieſes Erz im gewöhnlichen Leben „Pfeifenthon" nennt, der an ſich einen ſehr geringen Handelswerth hat, und daß der hohe Preis des Aluminiums weſentlich auf den verſchiedenen Formen beruht, in welche das Aluminiumoxyd übergeführt werden muß, um das Metall daraus darzuſtellen.

In ähnlicher Weiſe verhält es ſich in der Regel mit dem Kalireichthum der Ackerfelder; wenn das Kali als ſolches wirkſam ſein ſoll, ſo muß es durch die Kunſt des Landwirthes in eine gewiſſe Form verſetzt werden, die ihm allein Ernährungswerth gibt, wenn er dieß nicht verſteht, ſo nützt es ihm nichts.

Die Meinung, daß der Landwirth nur gewiſſe Stoffe ſeinem Felde wiedergeben und ſich wegen den anderen keine Sorgen machen müſſe, würde keinen Schaden bringen, wenn der, welcher ſie hegt, ſie auf ſeinen Acker beſchränkte; aber als Lehre iſt ſie unwahr und verwerflich; ſie iſt auf den niedrigen geiſtigen Standpunkt des praktiſchen Mannes berechnet, welcher, wenn es ihm gelingt, in irgend einer Weiſe durch gewiſſe Aenderungen in ſeinem Betriebe oder durch Anwendung von gewiſſen Düngmit-

Digitized by Google

teln beſſere Erfolge als ein Anderer zu erzielen, dieſe ſich ſelbſt, ſeinem Scharfſinn, und nicht ſeinem Boden zuſchreibt; er weiß es eben nicht, daß dieſer Andere alles das ebenſo gemacht und probirt hat wie er, ohne einen günſtigen Erfolg. Der unwiſſende praktiſche Mann ſetzt voraus, daß alle Felder die Beſchaffenheit hätten von ſeinen Feldern, und er glaubt natürlich auch, daß ein Verfahren, welches ſein Feld verbeſſere, auch andere verbeſſere; daß der Düngſtoff, der ihm nütze, auch anderen nützlich ſei; was ſeinen Feldern fehle, auch allen anderen fehle; was er von ſeinem Boden ausführe, auch andere ausführen; was er zu erſetzen habe, auch andere zu erſetzen hätten.

Obwohl er von ſeinem Grund und Boden, zu deſſen genauer Bekanntſchaft ſehr viele Jahre ſorgfältiger Beobachtung gehören, ſoviel wie nichts weiß, und ihm der Boden in jeder anderen Gegend völlig unbekannt iſt, obwohl er ſich über den Grund ſeiner Erfolge nie bekümmert hat und ganz genau weiß, daß der Rath eines Landwirthes aus einer anderen Gegend in Bezug auf Düngung, Fruchtfolge und Behandlung *ſeines* Feldes ihm nicht den allergeringſten Vortheil gewährt, weil er, wie er findet, gerade für ſeine Gegend nicht paſſe, ſo hält ihn dies Alles nicht ab, *Andere* belehren und glauben machen zu wollen, daß ſein Thun das Rechte ſei, und ſie ihm nur nachahmen dürften, um eben ſo große Erfolge, wie er, zu erzielen.

Die Grundlage dieſer Anſichten iſt eine völlige Verkennung der Natur des Bodens, deſſen Beſchaffenheit und Zuſammenhang unendlich verſchieden iſt.

Es iſt bereits weitläufig auseinandergeſetzt worden, daß manche Felder, welche reich an Silikaten, an Kali, Kalk und Bittererde ſind, durch den Kornbau im gewöhnlichen Stallmiſtbetriebe in der That nur an Phosphorſäure und Stickſtoff erſchöpft werden, und daß der Landwirth, wenn er für deren Wie-

Digitized by Google

dererſatz geſorgt hat, den der anderen Stoffe vollkommen vernachläſſigen kann; dagegen kann Niemand etwas ſagen, aber er überſchreitet völlig ſeinen Standpunkt, wenn er von dieſen Fällen Schlüſſe zieht auf andere; wenn er anderen Landwirthen glauben machen will, daß ſie gleich ihm für Kali, Kalk, Bittererde, Kieſelſäure nicht zu ſorgen hätten, und daß Ammoniakſalze und Kalkſuperphosphat ausreichend für die Wiederherſtellung der Fruchtbarkeit aller erſchöpften Felder ſei.

Es kann demnach ein Landwirth aus ſeinem Betriebe zu dem Schluſſe berechtigt ſein, daß ſein Feld an Kali nicht ärmer werden könne, weil er keins entziehe, oder daß es einen Ueberſchuß an Kali enthalte, weil er einen Ueberſchuß thatſächlich mit jedem Umlaufe darin anhäuft; es iſt aber beinahe kindiſch, wenn er ſich darauf hin berechtigt glaubt, irgend einem anderen Landwirth, deſſen Betrieb er nicht kennt, zu ſagen, daß auch deſſen Feld einen Ueberſchuß an Kali enthalte!

Es gibt Millionen Hectaren fruchtbaren Feldes (Sand- und Thonboden), in welchen der Gehalt an Kalk oder Bittererde im Boden nicht größer iſt als der an Phosphorſäure, und bei denen man ebenſo beſorgt ſein muß, für den Wiedererſatz an Kalk und Bittererde, wie für den der Phosphorſäure.

Es gibt Millionen Hectaren fruchtbarer Felder, welche, wie im Allgemeinen aller eigentlicher Kalkboden, außerordentlich arm an Kali ſind, und auf denen der Nichterſatz des Kalis eine völlige Unfruchtbarkeit nach ſich zieht.

Es gibt Millionen Hectaren fruchtbarer Felder, welche ſo reich an Stickſtoff ſind, daß der Erſatz deſſelben eine wahre Verſchwendung iſt.

Während der Klee auf kalireichen Feldern wieder gedeiht, wenn ſie mit phosphorſäurereichen Düngmitteln gedüngt werden, und Aſche darauf keine Wirkung hat, erſcheint durch dieſe der

Digitized by Google

Klee von ſelbſt auf kaliarmen Feldern, auf welche das Knochenmehl nicht wirkt, und ſehr häufig wird ein kalk- und bittererdearmes Feld geeignet für die Kleekultur durch einfache Bereicherung deſſelben an bittererdehaltigem Kalk.

Sobald der Landwirth außer Korn und Fleiſch noch andere Früchte baut und veräußert, ſo ändert ſich damit das Verhältniß des Erſatzes; denn in den mittleren Erträgen an Kartoffeln von drei Hectaren Feld werden die Samenbeſtandtheile von vier Weizenernten, und außerdem noch über 600 Pfund Kali, in den Rübenernten von drei Hectaren Feld werden die Samenbeſtandtheile von ebenfalls vier Weizenernten und an 1000 Pfund Kali ausgeführt, und er iſt der Dauer ſeiner Ernten nicht mehr ſicher, wenn er nur die entzogene Phosphorſäure erſetzt.

In gleicher Weiſe muß der Erzeuger von Handelsgewächſen, von Tabak, Hanf, Flachs, Wein ꝛc. das Geſetz des Wiedererſatzes ſtrenge im Auge behalten; richtig interpretirt nöthigt es ihn nicht, daß er überhaupt allem, was er ausführt, die gleiche peinliche Sorge wegen des Erſatzes zuwenden müßte, ſowie es denn geradezu unverſtändig wäre, von dem Tabaksbauer, der ſeinen Tabak auf einem Kalk- oder Mergelboden zieht, zu verlangen, daß er den in den Blättern ausgeführten Kalk zu erſetzen habe, aber es ſagt ihm, daß nicht alles, was man Dünger nenne, nützlich für ſeine Felder ſei, und welche Unterſcheidung er zu machen habe; es ſagt ihm, was ſein Feld verloren hat und wieviel er wieder zuführen müſſe, um die Wiederkehr ſeiner Ernten ſich zu ſichern, und daß er ſich nicht durch Meinungen von Perſonen, die an ihm und ſeinen Feldern nicht das geringſte Intereſſe nehmen, ſondern nur durch ſeine eigenen Beobachtungen in der Behandlung ſeiner Felder leiten laſſen dürfe; die genaue Beachtung der Unkräuter, die freiwillig auf ſeinen Feldern

Digitized by Google

wachſen, können ihm in dieſer Beziehung häufig nützlicher als alle Handbücher der Landwirthſchaft ſein.

Wenn nach den vorhergegangenen Auseinanderſetzungen in dem Geiſte mancher Perſonen, denen die Naturwiſſenſchaften unbekannte Gebiete ſind, und die nur beſtimmten Zahlen, gleichſam handgreiflichen Dingen eine gewiſſe Beweiskraft zuerkennen, noch ein Zweifel beſteht über den Zuſtand der europäiſchen Culturfelder und über den Verfall, den unſere Landwirthſchaft durch die übliche Stallmiſtwirthſchaft entgegengeht, ſo läßt ſich dieſer vielleicht hinwegräumen durch die ſtatiſtiſchen Erhebungen über die Erträge der Felder an Kornfrüchten, welche in Deutſchland, zum Theil durch die Regierungen veranlaßt, gemacht worden ſind.

Um das Gewicht, welches dieſen Erhebungen in der angedeuteten Frage zukommt, richtig zu würdigen, muß man zunächſt ſich klar machen, was man eine Mittelernte nennt; man bezeichnet damit den durchſchnittlichen Ertrag in einer Zahl ausgedrückt, den ein Feld oder eine Anzahl von Felder, oder alle Felder einer Gegend oder eines Landes liefern, und man erhält dieſe Zahl, wenn man die Erträge aller Felder zuſammennimmt, die ſie in einer Reihe von Jahren geliefert haben, und durch die Anzahl der Jahre dividirt; einer jeden Gegend entſpricht in dieſer Weiſe ein eigener Mittelertrag, nach welchem man die folgende Jahresernte beurtheilt; man ſpricht von einer halben, dreiviertel oder vollen Mittelernte, wenn der Ertrag der Hälfte oder dreiviertel vom durchſchnittlichen Ertrag entſpricht.

Die Frage über den Zuſtand unſerer Getreidefelder ſtellt ſich demnach ſo: hat ſich die Zahl, welche zu irgend einer Zeit als eine Mittelernte bezeichnet wurde, geändert, und in welchem Sinne? Iſt der Ertrag oder die Zahl höher wie ſonſt, oder iſt ſie gleichgeblieben oder niedriger? Iſt die Zahl höher, ſo haben unzweifelhaft die Erträge der Felder zugenommen, iſt ſie die

Digitized by Google

nämliche wie ſonſt, ſo hat ſich ihr Zuſtand nicht verändert, iſt ſie niedriger in einer Gegend, ſo kann kein Zweifel beſtehen, daß die Felder in dieſer Gegend im Verfall ſich befinden.

Ich wähle für meine Zwecke die ſtatiſtiſchen Erhebungen der Ernten in Rheinheſſen, eine der fruchtbarſten Provinzen des Großherzogthums Heſſen, mit einem vortrefflichen Weizenboden, und bewohnt von einer durchaus fleißigen, betriebſamen und durchſchnittlich gut unterrichteten Bevölkerung. (Statiſtiſche Mittheilungen über Rheinheſſen von F. Dael, Dr. der Rechte und Staatswiſſenſchaften, und Richter am Kreisgerichte Mainz. Mainz 1849. Flor. Kupferberg.)

Dieſe Erhebungen umfaſſen die Jahre 1833 bis 1847, im Ganzen fünfzehn, und beziehen ſich mithin auf die Zeit, in welcher der Guano in Deutſchland noch nicht zur Anwendung gekommen war; der Gebrauch des Knochenmehls war damals ſehr beſchränkt und kaum in Betracht zu ziehen.

Als Mittelernte gilt oder galt für Weizen in Rheinheſſen das Fünfundeinhalbfache der Ausſaat. (Vom Hectar = 2,471 engl. Acre, 20 Malter = 14 Buſchel = 5,120 Hectoliter.)

Setzt man die Mittelernte = 1, ſo war der Ertrag der Ernte in Rheinheſſen:

1833	1834	1835	1836	1837	1838	1839
0,85	0,78	0,88	0,72	0,88	0,73	0,61

1840	1841	1842	1843	1844	1845	1846	1847
1,10	0,40	0,90	0,74	1,02	0,63	0,75	0,88

Der Durchſchnittsertrag oder die wahre Mittelernte iſt hiernach 0,79 der früheren Mittelernten.

Die Weizenfelder in Rheinheſſen haben mithin durchſchnittlich um etwas mehr als $\frac{1}{5}$ an ihrem Ertragsvermögen abgenommen.

Digitized by Google

Ich weiß alles, was man gegen dieſe Zahlen ſagen kann, gegen die Genauigkeit im Einzelnen und ihrer Zuverläſſigkeit im Ganzen; wenn aber Fehler darin ſind, ſo kann es dem Unbefangenen nicht entgehen, daß dieſe ſowohl nach der Minusſeite wie nach der Plusſeite liegen, und daß es ſehr ſonderbar ſein würde, wenn alle Schätzungen ein Minus ergäben, während ein Plus vorhanden geweſen iſt.

Es beſteht aber ein ſehr einfacher untrüglicher und unwiderleglicher Beweis für die Schlüſſe, die ſich an dieſe Zahlen knüpfen, in der Thatſache, daß der Weizenbau ab- und der Roggenbau zunimmt, daß ſehr viele Felder, die früher mit Weizen beſtellt worden waren, jetzt in Roggenfelder umgewandelt werden.

In ihrer richtigen Bedeutung erkannt beweiſt der Uebergang zum Roggenbau eine verminderte Qualität des Bodens; der Landwirth baut nur dann auf einem Weizenfelde Roggen, wenn dieſer Acker keine lohnende Weizenernte mehr liefert.

In Rheinheſſen gilt für eine Mittelernte Roggen der $4\frac{1}{2}$fache Ertrag der Ausſaat, und man verſteht, daß ein Weizenboden, der durchſchnittlich nur $\frac{4}{5}$ einer Mittelernte Weizen zu liefern vermag, eine volle Mittelernte Roggenkorn liefern kann.

Der Mittelertrag an Roggen, ſo wie er ſich in den erwähnten 15 Jahren ergibt, iſt 0,96 und ſtimmt darin mit dem geltenden Mittelertrag ſehr nahe überein.

Für Spelz war das Mittel der Ernten 0,79 des Mittelertrages; für Gerſte 0,88; für Hafer 0,88; für Erbſen 0,67; für Kartoffeln hingegen 0,98; für Kohl und Rüben 0,85.

Nach den ſtatiſtiſchen Erhebungen in Preußen und Bayern, welche das meiſte Vertrauen verdienen, ergibt ſich daſſelbe Reſultat, und ich bin nicht im Geringſten zweifelhaft darüber, daß in Frankreich und in allen Ländern, England nicht ausgeſchloſſen, gleiche Verhältniſſe beſtehen. Die Merkzeichen eines ſolchen Zu-

Digitized by Google

ſtandes der Felder müſſen die Aufmerkſamkeit aller Menſchen erwecken, welche überhaupt Intereſſe für die öffentliche Wohlfahrt haben.

Es iſt von der größten Wichtigkeit, ſich über die Gefahren keiner Täuſchung hinzugeben, welche für die Zukunft den Bevölkerungen in dieſen Symptomen angezeigt werden; ein kommendes Uebel wird dadurch nicht beſeitigt, wenn man es läugnet, weil man kein Auge hat, um es kommen zu ſehen.

Was uns obliegt, iſt, gewiſſenhaft die Merkzeichen zu prüfen und feſtzuſtellen; iſt die Quelle des Uebels einmal erkannt, ſo iſt der erſte Schritt gethan, um es für immer zu beſeitigen.

Digitized by Google

Guano.

Der peruanische Guano enthält in der Regel 33 bis 34 Proc. unverbrennliche und 66 bis 67 Proc. flüchtige (Wasser und Ammoniak) und verbrennliche Bestandtheile. Die letzteren bestehen größtentheils aus Harnsäure, Oxalsäure, sodann einer braunen Materie von unbestimmter Zusammensetzung und Guanin. Die Harnsäure macht zuweilen 18 Proc., die Oxalsäure in der Regel 8 bis 10 Proc. vom Gewichte des Guano aus. Das Verhalten der Harnsäure zur Vegetation ist nicht bekannt, und es ist kaum anzunehmen, daß diese Substanz einen bemerklichen Antheil an der Wirkung des Guano nimmt; es bleiben mithin zur Erklärung derselben das Ammoniak und die unverbrennlichen Bestandtheile desselben zu betrachten übrig. Nach der Analyse von zwei Proben von Dr. Mayer und Zöller*) enthalten

100 Theile Guanoasche:

Kali	1,56	bis	2,03	Gew.-Thle.
Kalk	34	»	37	»
Magnesia . . .	2,56	»	2	»
Phosphorsäure .	41	»	40	»

*) In meinem Laboratorium ausgeführt.

Digitized by Google

Vergleicht man damit die Zusammensetzung verschiedener Samenaschen, so sieht man sogleich, daß die unverbrennlichen Bestandtheile des Guano kein vollständiges Ersatzmittel sind für die in den Samen ausgeführten Bodenbestandtheile.

In 100 Theilen Samenasche sind enthalten:

	Weizen.	Erbsen und Bohnen.	Raps.	
Kali	30 . .	40 . .	24	Gew.-Thle.
Kalk	4 . .	6 . .	10	»
Magnesia . . .	12 . .	6 . .	10	»
Phosphorsäure .	45 . .	36 . .	36	»

Der Hauptunterschied des Guano von diesen Samenaschen liegt in dem Mangel an Kali und Bittererde.

Ueber die Nothwendigkeit des Kalis für die Vegetation und des Ersatzes für Kali arme oder an Kali erschöpfte Felder ist man im Ganzen einig, aber die Wichtigkeit der Bittererde für die Samenbildung ist nicht in gleichem Grade beachtet und es sind in dieser Richtung besondere Versuche sehr wünschenswerth. Der überwiegende Gehalt der Samen an Bittererde über den des Strohs gibt unzweifelhaft zu erkennen, daß sie in der Samenbildung eine ganz bestimmte Rolle spielt, welche durch die nähere Untersuchung der Samen derselben Pflanzenvarietät, welche einen ungleichen Gehalt an Bittererde enthalten, vielleicht ermittelbar ist. Man weiß, daß die Samen der Getreidearten von gleichem Stickstoffgehalte nicht immer die nämlichen Stickstoffverbindungen enthalten und es ist möglich, daß die Natur derselben bei der Bildung der Samen wesentlich durch die Anwesenheit des Kalkes oder der Bittererde bedingt wird, so daß die Abweichungen in dem Gehalte an beiden alkalischen Erden mit dem Vorkommen löslicher Stickstoffverbindungen (Albumin und Caseïn) oder unlöslicher (Kle-

Digitized by Google

ber oder Pflanzenfibrin) in Beziehung steht; die Menge des Kalis und Natrons müßte natürlich dabei beachtet werden. Man schreibt die Wirkung des Guano in der Regel seinem großen Gehalte an Ammoniak und andern stickstoffreichen Bestandtheilen zu, allein genaue, später zu erwähnende Versuche, die in dieser Beziehung durch das Generalcomité des landwirthschaftlichen Vereins angestellt wurden, zeigen, daß in vielen Fällen durch die Anwendung von Guano die Erträge eines Feldes an Korn und Stroh sehr bedeutend erhöht wurden, während eine dem Guano gleiche Stickstoffmenge, in der Form eines Ammoniaksalzes, auf einem Stücke des nämlichen Feldes in demselben Jahre und auf dieselbe Frucht keine merkliche Erhöhung des Ertrages über ein gleiches ungedüngtes Stück zur Folge hatte.

So wenig sich auch in vielen Fällen der Antheil, den das Ammoniak im Guano an der Vegetation, in Beziehung auf die Vermehrung der Pflanzenmasse nimmt, bezweifeln läßt, so ist nicht minder gewiß, daß in vielen anderen Fällen den anderen Bestandtheilen des Guano die Hauptwirkung desselben zugeschrieben werden muß.

Vergleicht man die Guanoasche mit dem Mehle calcinirter Knochen, so ist die Verschiedenheit zwischen beiden nicht sehr groß, aber eine, dem Gehalt des Guano, an phosphorsaurer Erde entsprechende Menge Knochenmehl, oder auch die doppelte bis vierfache Menge besitzt die Wirkung des Guano nicht; auch eine Mischung von Knochenmehl mit Ammoniaksalzen in einem solchen Verhältnisse, daß ihr Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt dem des Guano gleich ist, wirkt, wenn auch stärker als das Knochenmehl allein, dennoch anders wie der Guano. Der Hauptunterschied zwischen beiden liegt in der Raschheit der Wirkung, die des Guano macht sich gleich im ersten Jahre, oft schon nach einigen Wochen geltend und ist im folgenden

Digitized by Google

Jahre kaum bemerklich, während die des Knochenmehls im ersten Jahre verhältnißmäßig gering und in den folgenden steigend ist.

Der Grund hiervon ist der Gehalt des Peruguano an Oxalsäure, welcher häufig 6 bis 10 Proc. beträgt. Wäscht man den Guano mit Wasser aus, so löst dieses schwefelsaures, phosphorsaures und oxalsaures Ammoniak, welches letztere beim Abdampfen des Auszugs in Menge herauskrystallisirt; befeuchtet man aber den Guano mit Wasser ohne auszulaugen und überläßt das Gemenge sich selbst, so findet man, wenn man von Zeit zu Zeit eine Portion davon nimmt und auslaugt, daß die Menge der Oxalsäure in der Lösung ab- und die der Phosphorsäure zunimmt. Es findet in diesem feuchten Zustande eine Zersetzung statt, welche darin besteht, daß durch die Vermittelung des im Guano vorhandenen schwefelsauren Ammoniaks der phosphorsaure Kalk zersetzt wird in oxalsauren Kalk und in phosphorsaures Ammoniak. In dieser Beziehung ist der Peruguano eine sehr merkwürdige Mischung, welche für die Zwecke der Pflanzenernährung kaum sinnreicher hätte ausgedacht werden können, denn die in demselben enthaltene Phosphorsäure wird erst in feuchtem Boden löslich und verbreitet sich alsdann in demselben in der Form von phosphorsaurem Kali, Natron und von phosphorsaurem Ammoniak.

Die Wirkung des Guano läßt sich darum weit eher mit der einer Mischung von Kalksuperphosphat, Ammoniak und Kalisalzen vergleichen, welche in der That in manchen Fällen die des Guano erreicht. Auf kalkreichem Boden hat aber der Guano einen entschiedenen Vorzug, insofern das Kalksuperphosphat in Berührung mit dem kohlensauren Kalk des Bodens sogleich in neutrales Kalkphosphat übergeht, welches an dem Orte wo es sich bildet, ein anderes Lösungsmittel bedarf, um sich weiter zu verbreiten, während sich das phosphorsaure

Digitized by Google

Ammoniak im Kalkboden ziemlich ebenso verbreitet, wie wenn kein kohlensaurer Kalk darin vorhanden wäre. Das beim Befeuchten des Guano entstehende phosphorsaure Ammoniaksalz ($PO_5 + 3NH_4O$) verliert an der Luft ein Drittel des Ammoniaks, woher es denn kommt, daß der ganz trockene Guano ohne Veränderung sich hält, während der (betrügerischer Weise, um sein Gewicht zu vermehren) befeuchtete, beim Aufbewahren an Ammoniak beträchtlich ärmer wird.

Befeuchtet man den Guano vor seiner Verwendung auf das Feld, mit Wasser, dem man etwas Schwefelsäure zugesetzt hat, so daß die Mischung etwas sauer reagirt, so geht die eben beschriebene Umsetzung, die sonst Tage und Wochen braucht, in wenigen Stunden vor sich.

Daß der Guano in sehr trockener Witterung nicht wirkt, bedarf keiner Erklärung, weil ohne Wasser überhaupt Nichts wirkt, daß er aber bei sehr nasser Witterung ebenfalls wirkungslos ist, beruht unstreitig zum Theil mit darauf, daß die Oxalsäure als Ammoniaksalz durch das Regenwasser ausgewaschen und keine entsprechende Menge Phosphorsäure löslich gemacht wird; durch obiges einfache und wenig kostbare Mittel kann man diesem schädlichen Einflusse jedenfalls vorbeugen, insofern man sicher ist, daß in dem mit Schwefelsäure befeuchteten Guano alle Phosphorsäure in den löslichen Zustand übergeht, welche überhaupt durch die Oxalsäure löslich gemacht werden kann.

Da die Raschheit der Wirkung eines Nährstoffes, welcher auf das Feld in der Form von Dünger gebracht wird, wesentlich bedingt ist von der Schnelligkeit, mit welcher er sich im Boden verbreitet, und diese wieder mit seiner Löslichkeit zusammenhängt, so ist es leicht zu verstehen, warum der Guano in diesen Beziehungen viele andere Düngmittel übertrifft.

In der Sicherheit seiner Wirkung läßt sich der Guano mit

Digitized by Google

dem Stallmist nicht vergleichen, der seiner Natur nach in allen Fällen wirksam ist; denn in dem Stallmist empfängt das Feld alle Bodenbestandtheile der vorangegangenen Rotation, wiewohl nicht in demselben Verhältnisse, in dem Guano nur einige dieser Bestandtheile; der Guano kann demnach den Stallmist nicht ersetzen. Da derselbe aber bis auf eine gewisse Menge Kali, in der Phosphorsäure und dem Ammoniak die Hauptbestandtheile der ausgeführten Producte des Fleisch- und Kornerzeugers enthält, so kann durch die Beigabe von Guano zum Stallmist in einem bestimmten Verhältnisse die Zusammensetzung des Stallmistes und damit die des Feldes wiederhergestellt werden.

Nehmen wir beispielsweise an, eine Hectare Feld sei mit 800 Ctr. Stallmist gedüngt worden, welcher, entsprechend der Analyse von Völker, 272 Kilogr. Phosphate enthalten habe, und das Feld liefere am Ende der Rotation die nämliche Quantität Stallmist von gleicher Zusammensetzung wieder und habe in den ausgeführten Kornfrüchten und thierischen Erzeugnissen im Ganzen 135 Kilogr. Phosphate verloren, so würde sein Ertragsvermögen, insoweit es von den Phosphaten abhängig ist, nicht nur unverändert bleiben, sondern noch zunehmen, wenn man den zur Düngung am Anfang einer neuen Rotation zugeführten 800 Centnern Stallmist 400 Pfund Guano (mit 34 Proc. Phosphaten) zusetzen würde. Durch den Stallmist empfing das Feld 272 Kilogr. Phosphate,

durch die ausgeführten Producte verlor			
das Feld	135	„	„
es blieb mehr in der Ackerkrume . .	137	Kilogr.	Phosphate.
In der neuen Rotation wurden durch			
800 Ctr. Stallmist wieder zugeführt	272	„	„
durch den Zusatz von Guano . . .	135	„	„
im Ganzen	544	Kilogr.	Phosphate.

Digitized by Google

Am Anfang der neuen Rotation enthielt mithin die Ackerkrume demnach doppelt soviel Phosphate als am Anfang der vorhergegangenen Rotation.

Man sieht hiernach ein, daß unter diesen Umständen, in welchen ein Feld durch den Stallmist mehr Phosphate empfängt, als es in den Ernten verliert, die Wirkung des zugeführten Guano von Jahr zu Jahr schwächer, zuletzt ganz unmerklich werden wird.

Ein ganz anderes Verhältniß stellt sich aber bei der Anwendung von Guano auf Feldern heraus, die im Stallmiste weniger an Phosphaten empfangen, als sie durch die Cultur verloren haben, und die z. B. seit einem halben Jahrhundert mit Stallmist bewirthschaftet wurden; es ist auseinandergesetzt worden, daß sich auf solchen Feldern gewisse Bestandtheile der Futtergewächse und des Strohs, darunter namentlich lösliche Kieselsäure und Kali beständig in der Ackerkrume vermehren, während durch die Ausfuhr von Korn und Fleisch das Feld um die Quantität der darin vorhandenen Bodenbestandtheile ärmer wird; beide zusammen hatten die Ernte hervorgebracht und durch die Hinwegnahme der Samenbestandtheile verlor eine entsprechende Quantität der zurückgebliebenen Stroh- und Krautbestandtheile ihre Wirksamkeit. Auf Feldern von dieser Beschaffenheit werden durch Düngung mit Guano die Erträge häufig nicht nur wiederhergestellt, sondern sie steigen auch häufig auf eine erstaunliche Weise, wenn ein großer Vorrath von anderen aufnahmsfähigen Nährstoffen vorhanden ist, welchem, um zur Ernährung zu dienen, nichts weiter als die Guanobestandtheile fehlten, ohne die sie nicht wirken konnten.

In den Mehrerträgen, die man in dieser Weise erhält, wird, wie sich von selbst versteht, mit den Guanobestandtheilen ein Theil des Vorrathes der anderen Nährstoffe hinweggenommen und die Wirkung des Guano muß bei Wieder-

Digitized by Google

holung der Düngung in eben dem Verhältniſſe ſchwächer werden als die Menge dieſer anderen Nährſtoffe abnimmt. Bei allen zuſammengeſetzten Düngmitteln beruht die Wirkung ſelten auf einem Beſtandtheile allein und da der Guano in dem Ammoniak und der Phosphorſäure zwei Nährſtoffe enthält, die ihre Wirkung gegenſeitig bedingen, von denen alſo der eine nicht wirken kann, wenn der andere nicht dabei iſt, ſo wird eben darum durch die Guanodüngung die Wirkung der Phosphorſäure geſichert, weil ſich in der nächſten Nähe der Phosphorſäuretheilchen, Ammoniaktheilchen befinden, welche gleichzeitig den Wurzeln zugänglich ſind; in gleicher Weiſe wird durch die Phosphorſäure die Wirkung des Ammoniaks verſtärkt und ſicherer gemacht.

In einem an Ammoniak reichen Boden wird man mit Phosphaten allein von gleicher Löslichkeit die nämliche Wirkung wie durch Guano erzielen.

Auf einem Felde, auf welchem Ammoniakſalze keine Wirkung äußern, während Guano eine Wirkung hervorbringt, wird man Grund haben, dieſe vorzugsweiſe der Phosphorſäure im Guano zuzuſchreiben, im umgekehrten Falle iſt der Schluß nicht gleich richtig, weil den Ammoniakſalzen zweierlei Wirkungen zukommen, ſie können unter Umſtänden die Erträge ſehr merklich ſteigern, ohne daß man mit voller Sicherheit behaupten kann, daß die Wirkung durch das Ammoniak als ſolches bedingt geweſen iſt (ſiehe Seite 80).

Die Wirkung des Guano in Beziehung auf die Erhöhung der Kornerträge ſetzt immer die Anweſenheit einer hinlänglichen Menge von Kali und Kieſelſäure im Boden voraus, und auf einem an Kali und Bittererde reichen Felde laſſen ſich durch Guanodüngung allein eine Reihe von aufeinanderfolgenden

Digitized by Google

Ernten in solchen Gewächsen erzielen, welche, wie z. B. Kartoffeln, vorzugsweise Kali und Bittererde aus dem Boden bedürfen.

Wiesen und Getreidefelder, welche durch Guanodüngung anfänglich sehr hohe Erträge lieferten, werden bei fortgesetzter Anwendung dieses Düngmittels oft so sehr an Kieselsäure und Kali erschöpft, daß der Boden auf viele Jahre hinaus sein ursprüngliches Ertragsvermögen verliert und unfruchtbar wird, was natürlich nicht ausschließt, daß es viele Felder geben kann, welche durch Guanodüngung allein eine lange Reihe von Jahren hindurch hohe Ernten von Halmgewächsen liefern können, ehe dieser Zustand der Erschöpfung wahrgenommen wird, aber er tritt unausweichlich ein, und es ist alsdann sehr schwer den Schaden wieder gut zu machen.

In 800 Centner Stallmist, womit ein Hectar Feld für einen Umlauf gedüngt worden ist, empfängt der Boden (nach Völker's Analyse) die nämliche Menge von Phosphaten und von Stickstoff als durch eine Düngung mit 800 Kilogramm Guano, oder es ist in 1 Pfund des letzteren ebensoviel von diesen beiden Nährstoffen enthalten als in 50 Pfund Stallmist. Der Guano enthält sie mithin in der concentrirtesten Form und man kann damit gewisse Stellen des Feldes an beiden Nährstoffen mehr als vermittelst Stallmist bereichern, wie dies häufig beim Ueberdüngen nach dem Einbringen der Saat mit Nutzen geschieht (siehe Seite 157).

In mancher Gegend mischt man den Guano mit Gyps, um seine allzukräftige Wirkung zu mildern; der Gyps vertheilt den Guano und macht, daß er beim Aufstreuen mehr verbreitet wird, so daß die einzelnen Stellen weniger davon empfangen; eine eigentliche Verminderung der chemischen Wirkung der Ammoniaksalze findet nicht statt; der Gyps setzt sich mit der Oxalsäure und dem phosphorsauren Ammoniak um in

Digitized by Google

ſchwefelſaures Ammoniak, phosphorſauren und oxalſauren Kalk; der in dieſer Weiſe gebildete phosphorſaure Kalk ſtellt einen unendlich fein zertheilten Niederſchlag dar, welcher eine ſehr wirkſame Form zur Aufnahme beſitzt, aber es wird nur ein kleiner Theil der Phosphorſäure in dieſen Zuſtand verſetzt und durch die Entfernung der Oxalſäure die nützliche Wirkung dieſer Säure zur Verbreitung der Phosphorſäure völlig aufgehoben.

Weit zweckmäßiger iſt es, den Guano mit Waſſer, dem etwas Schwefelſäure zugeſetzt worden iſt, anzufeuchten, und nach 24 Stunden anſtatt des Gypſes mit Sägeſpänen, Torfklein oder Modererde zu miſchen und in dieſer Weiſe verdünnt aufzuſtreuen; durch den Einfluß des Regenwaſſers wird aus dieſer Miſchung phosphorſaures Ammoniak gelöſt, welches langſam in den Boden dringt und alle Stellen der Erde womit die Löſung in Berührung kommt, gleichzeitig mit Phosphorſäure und Ammoniak bereichert. Setzt man zu den Sägeſpänen, dem Torfklein u. ſ. w. Gyps, ſo ſetzt ſich dieſer mit dem phosphorſauren Ammoniak um in ſehr feinzertheilten phosphorſauren Kalk und ſchwefelſaures Ammoniak, die durch das Regenwaſſer von einander geſchieden werden; das lösliche, ſchwefelſaure Ammoniak dringt tiefer in den Boden ein und nimmt eine kleine Quantität phosphorſauren Kalk mit ſich, während deſſen größte Maſſe oben darauf liegen bleibt.

Auf kaliarmen Boden iſt die Beimiſchung von Holzaſche zu dem mit Schwefelſäure angeſäuerten Guano nützlich, da das kohlenſaure Kali mit dem phosphorſauren Ammoniak ſich umſetzt in kohlenſaures Ammoniak und phosphorſaures Kali, und das Eindringen der Phosphorſäure in den Boden in keiner Weiſe durch das Kali gehindert wird.

Die Erträge der Felder in den ſächſiſchen Verſuchen, welche

Digitized by Google

vermittelst Guanodüngung erhalten wurden, bringen alle Eigenthümlichkeiten in der Wirkung dieses Düngmittels klar vor Augen:

Düngung mit Guano:

	Gunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
Menge des Guano . . .	379	411	411	616 Pfd.
1851 Roggen Korn . .	1941	2693	1605	2391 „
1851 Roggen Stroh . .	5979	5951	4745	5877 „
1852 Kartoffeln	17904	17821	19040	13730 „
1853 Hafer Korn . .	2041	1740	1188	1792 „
1853 Hafer Stroh . .	2873	2223	902	2251 „
1854 Klee	9280	6146	1256	5044 „

Mehrerträge über ungedüngt (siehe S. 198):

	Gunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
Stickstoffmenge im Dünger	49,3	53,4	53,4	80,1 Pfd.
Roggen Korn	765	455	341	938 „
Roggen Stroh	3028	1369	1732	2862 „
Kartoffeln	1237	925	463	3979 „
Hafer Korn	22	451	— 151	264 „
Hafer Stroh	310	383	— 455	439 „
Rothklee	136	608	161	4133 „

Die Vergleichung der Erträge, welche mit Guano und Stallmist (siehe S. 218) erhalten wurden, führt zu folgenden Betrachtungen über die Beschaffenheit der sächsischen Felder:

In Gunnersdorf wurde 1851 ein Mehrertrag erhalten über das ungedüngte Stück

	Korn	Stroh	Verhältniß
durch Stallmist (180 Ctr.)	337 Pfd.	1745 Pfd.	= 1 : 5,
durch Guano (379 Pfd.)	765 „	2028 „	= 1 : 2,6.

Digitized by Google

Das Feld in Cunnersdorf war an sich reich an den Bestandtheilen, die wir durch St bezeichnet haben (Kieselsäure, Kali, Kalk, Bittererde, Eisen), und die Vermehrung derselben durch den Mist steigerte den Strohertrag auf Kosten der Samenernte. Der Stallmist enthielt zu wenig K-Bestandtheile (Stickstoff, Phosphorsäure).

Hieraus erklärt sich die mächtige Wirkung des Guano (welcher vorzugsweise K-Bestandtheile enthält) auf dieses Feld; es wurde mehr als doppelt soviel Korn geerntet und ein richtigeres Verhältniß zwischen K- und St-Bestandtheile im Felde hergestellt.

In Mäusegast wurde 1851 Mehrertrag erhalten:

	Korn	Stroh	Verhältniß
durch Stallmist (194 Ctr.)	345 Pfd.	736 Pfd.	= 1 : 2,1,
durch Guano (411 Pfd.)	455 „	1369 „	= 1 : 3.

Dieses an K- und St-Bestandtheilen reichere Feld enthielt bereits einen Ueberschuß von St-Bestandtheilen. Die im Guano zugeführten K-Bestandtheile machten einen sehr viel kleineren Bruchtheil der ganzen Menge aus, die im Felde bereits enthalten war, und wirkten mehr auf den Stroh- als auf den Kornertrag.

Durch die Guanodüngung wurde auf dem Felde in Cunnersdorf die nämliche Strohmenge wie in Mäusegast erzielt (5951 und 5979 Pfd.), aber im Ganzen blieb die Samenernte auf letzterem Felde um 752 Pfd. Korn höher, es war sehr viel reicher an K-Bestandtheilen als das Cunnersdorfer Feld.

In Kötitz wurde Mehrertrag erhalten:

	Korn	Stroh	Verhältniß
durch Stallmist (229 Ctr.)	352 Pfd.	1006 Pfd.	= 1 : 2,8,
durch Guano (411 Pfd.)	341 „	1732 „	= 1 : 5.

Die Wirkung des Guano auf den Strohertrag ist außer allem Verhältnisse höher als die des Stallmistes, während der

Digitized by Google

Kornertrag niedriger ausfiel; offenbar empfing das Feld in dem Guano einen Bestandtheil in größerer Menge als im Stallmist, der auf die Strohbildung günstiger wirkte. Durch eine Düngung mit Superphosphat (mit Ausschluß von Ammoniak) oder mit einem Ammoniaksalz (mit Ausschluß der Phosphorsäure) würde sich haben ermitteln lassen, durch welchen von beiden Nährstoffen die Ungleichheit bedingt wurde.

In Oberbobritzsch betrug der Mehrertrag:

	Korn	Stroh	Verhältniß
durch Stallmist (314 Ctr.)	452 Pfd.	913 Pfd.	= 1 : 2.
durch Guano (616 Pfd.)	938 „	2812 „	= 1 : 3.

Da die gegebene Menge Guano in Oberbobritzsch um die Hälfte mehr betrug als in den vorhergehenden Versuchen, so läßt sich der Ertrag dieses Feldes seiner Höhe nach mit denen der anderen nicht vergleichen; bemerkenswerth ist auch hier die Gleichförmigkeit in der Beschaffenheit dieses Feldes mit dem zu Mäusegast; in beiden lieferte der Stallmist Stroh und Korn im Verhältniß wie 1 : 2, der Guano wie 1 : 3.

Was das Durchlassungsvermögen des Bodens für die löslichen Düngerbestandtheile des Guanos betrifft, so zeigen sich in diesen Versuchen die nämlichen Verhältnisse wie bei der Stallmistdüngung. Die löslichen Guano-Bestandtheile wirkten kaum auf den Kleeertrag in Cunnersdorf und in Kötitz ein, während in Mäusegast und in Oberbobritzsch der Ertrag sehr merklich dadurch stieg.

Die Kieselsäure, welche dem Halme und den Blättern Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gibt, macht keinen Bestandtheil vom Guano aus, woher es kommt, daß auf manchen an Kieselsäure armen Feldern nach Guanodüngung das Getreide zum Lagern geneigt ist, während auf anderen daran reichen sich dieser von dem Landwirthe gefürchtete Einfluß nicht zeigt; bei manchen Feldern läßt er sich beseitigen, wenn vor der Guano-

Digitized by Google

düngung das Feld gekalkt wird; auch durch Verbindung des Guano mit Strohmist wird derselbe vermindert.

Berechnet man die Mehrerträge an Halmgewächsen in den Jahren 1851 und 1852, sowie die an Kartoffeln und Klee, welche 100 Pfd. Guano geliefert haben, so erhält man:

100 Pfd. Guano lieferten Mehrertrag:

	Gunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
1851 und 1853 Roggen und Hafer	1088	646	354	731 Pfd.
1852 Kartoffeln	326	225	112	646 „
1854 Klee	36	172	39	670 „

Diese Resultate zeigen, daß die nämliche Menge Guano auf verschiedenen Feldern eine ebenso ungleiche Wirkung wie der Stallmist äußert, und daß es völlig unmöglich ist, aus den Erträgen rückwärts auf die Qualität oder Quantität des Düngmittels zu schließen, durch dessen Zufuhr sie hervorgebracht wurden. Das Feld in Mäusegast empfing dieselbe Menge Guano wie das zu Kötitz, beide also die nämliche Menge Stickstoff und Phosphorsäure, während der Mehrertrag auf ersterem doppelt soviel an Halmfrüchten und Kartoffeln und weit mehr an Klee betrug.

Wie wenig vergleichbar in den Erträgen die Wirkungen der Bestandtheile eines und desselben Düngmittels sind, zeigen die Ergebnisse der Versuche in Gunnersdorf und Oberbobritzsch: 100 Pfd. Guano lieferten in Gunnersdorf einen Mehrertrag an Halmgewächsen, Kartoffeln und Klee, welcher enthielt:

	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure	Kalk	
Mehrertrag . . .	9,2 Pfd.	16,1 Pfd.	3,5 Pfd.	3,6 Pfd.	
Der Guano enthielt	13,0 „	2,0 „	12,0 „	12,0 „	
Mehr im Dünger .	3,8 Pfd.	—	8,5 Pfd.	8,4 Pfd.	Weniger in der Ernte
Weniger im Dünger	—	14,1 Pfd.	—	—	Mehr in der Ernte

Digitized by Google

100 Pfd. Guano brachten in Oberbobritzsch einen Mehrertrag hervor, welcher enthielt:

	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure	Kalk	
Mehrertrag	23,0 Pfd.	15,5 Pfd.	6,1 Pfd.	16,9 Pfd.	
Der Guano enthielt	13,0 „	2,0 „	12,0 „	12,0 „	
Mehr im Dünger .	—	—	5,9 Pfd.	—	Weniger in der Ernte
Weniger im Dünger	10,0 Pfd.	13,5 Pfd.	—	4,9 Pfd.	Mehr in der Ernte

Die Ungleichheit in den Wirkungen des Guano ist in diesen beiden Versuchsreihen in die Augen fallend.

In Cunnersdorf wurde über ein Drittel Stickstoff weniger, in Oberbobritzsch über drei Viertel Stickstoff mehr geerntet, als der Dünger enthielt.

Digitized by Google

Poudrette. Menschenexcremente.

Die im Handel vorkommenden Poudretten sollten eigentlich die in transportable Form gebrachten Menschenexcremente sein, allein sie sind es in der Wirklichkeit nicht und enthalten verhältnißmäßig nur wenig davon; es dürfte in dieser Beziehung vielleicht genügen, hervorzuheben, daß die Poudrette von Montfaucon, die zu den besten gehört, 28 Proc., die von Dresden 43 bis 56 Proc., die von Frankfurt über 50 Proc. Sand enthält. Eine Poudrette, welche mehr wie 3 Proc. Phosphorsäure und ebensoviel Ammoniak enthält, kommt im Handel gar nicht vor. Die Einrichtung der Latrinen in den Wohnhäusern (wenigstens in den deutschen) gestattet es nicht, das Hineinwerfen von Kehrsand und anderem Unrath, der sich in den Häusern sammelt, auszuschließen, es wird sodann bei dem Entleeren der Gruben, nach der Entfernung des flüssigen Inhaltes, häufig ein fester poröser Körper, oft Braunkohlen oder Torfklein zu der Masse gesetzt um sie trockener und bequemer für das Herausheben zu machen; alle diese Zusätze verringern den Procentgehalt an wirksamen Nährstoffen und erhöhen die Kosten des Transpor-

Digitized by Google

tes. Die Gruben, in welchen die Excremente sich sammeln, sind meistens nicht wasserdicht, so daß der größte Theil des Harns oder überhaupt des flüssigen Inhaltes versickert, wodurch wieder ein großer Theil der werthvollsten Stoffe, darunter die Kalisalze und löslichen phosphorsauren Salze, verloren gehen.

Der hohe Werth der menschlichen Excremente ergibt sich leicht durch die folgende Betrachtung:

In der Festung Rastatt und den badischen Kasernen ist die Einrichtung getroffen, daß die Abtrittssitze unmittelbar durch weite Trichter in Fässer ausmünden, welche auf beweglichen Wagen stehen, so daß alle Excremente, Harn und Fäces zusammengenommen, ohne allen Verlust aufgesammelt werden können. Sobald die Fässer sich gefüllt haben, werden sie abgefahren und ein neuer Wagen*) untergeschoben.

Die Nahrung der Soldaten besteht größtentheils aus Brot, aber sie genießen täglich auch eine gewisse Menge Fleisch und Gemüse; der Körper eines Erwachsenen nimmt an Gewicht nicht zu und es bedarf keiner besonderen Berechnung, um zu verstehen, daß die Aschenbestandtheile des Brotes, Fleisches und der Gemüse, sowie der ganze Stickstoffgehalt der Nahrung sich in den aufgesammelten Excrementen befinden.

---

*) Der Preis eines Wagens ist 100 bis 125 Fl.; die Dauer desselben circa 5 Jahre. Die badische Militairverwaltung wendete in den Jahren 1856 und 1857 die Summe von 4450 Fl. dafür auf, die sich sehr bald aus dem Düngererlös bezahlt machte.

Die Einnahmen aus sämmtlichen Casernen der Garnisonen Constanz, Freiburg, Rastatt, Carlsruhe, Bruchsal und Mannheim, bei einem Durchschnittsdienststand von 8000 Mann, betrugen 1852 3415 Fl.; 1853 3784 Fl.; 1854 5309 Fl.; 1855 4792 Fl.; 1857 8017 Fl. und 1858 8155 Fl., wovon die Unterhaltungskosten für die Wagen mit jährlich 600 bis 700 Fl. abgehen. (Zeitschrift des landw. Vereins in Bayern. April 1860. S. 180.)

Digitized by Google

Zur Erzeugung eines Pfundes Korn gehören genau die Aschenbestandtheile dieses Pfundes Korn, welche der Boden liefern muß, und wenn wir diese Aschenbestandtheile einem geeigneten Felde geben, so wird dieses Feld in einer Reihe von Jahren ein Pfund Korn mehr liefern als es geliefert hätte, wenn wir diese Aschenbestandtheile nicht gegeben hätten.

Die tägliche Ration eines Soldaten ist 2 Pfund Brot, und die Excremente der verschiedenen Garnisonen von 8000 Soldaten enthalten die Aschenbestandtheile und den Stickstoff von 16000 Pfund Brot, welche auf das Feld gebracht vollkommen ausreichen, um so viel Korn wiederzuerzeugen, als zu diesen 16000 Pfund Brot als Mehl verbacken worden ist.

Rechnet man auf 2 Pfund Brot $1^1/_2$ Pfund Korn, so werden also jährlich in den Excrementen der Soldaten im Großherzogthum Baden die für die Erzeugung von 43760 Centner Korn nöthigen Aschenbestandtheile gewonnen.

Die Bauern in der Umgegend von Rastatt und der anderen Garnisonen, nachdem sie nach und nach die Wirksamkeit dieser Excremente auf ihren Kornfeldern kennen lernten, bezahlen jetzt für jedes volle Faß eine gewisse Summe, welche jährlich noch im Steigen ist, so daß nicht allein die Anlage und Unterhaltung der getroffenen Einrichtung bestritten werden kann, sondern auch der Militairverwaltung noch ein Gewinn übrig bleibt.

Es hat sich nun für diese Gegenden folgendes ganz interessantes Resultat herausgestellt. Zunächst verwandelten sich die Sandwüsten ganz besonders in der Umgegend von Rastatt und Carlsruhe in Felder von großer Fruchtbarkeit, und wenn man sich denkt, daß die Bauern alles mit diesem Dünger erzeugte Korn an die Militairverwaltung in Rastatt ablieferten, so würde ein wahrer Kreislauf hergestellt sein, der es ermöglichte, 8000

Digitized by Google

Mann Soldaten jährlich mit Brot zu versehen, ohne daß die Felder, welche das Korn lieferten, jemals in ihren Erträgen sich verminderten, weil die Bedingungen der Kornerzeugung immer wiederkehren und stets dieselben bleiben *).

Was hier für die Kornbestandtheile gesagt ist, gilt natürlich auch für die des Fleisches und der Gemüse, welche auf die Felder zurückgebracht, eben so viel Fleisch und Gemüse als die verzehrten wiederzuerzeugen vermögen. Dasselbe Verhältniß zwischen den Bewohnern der Kasernen in Baden und den Feldern die ihnen das Brot liefern, besteht für die Bewohner der Städte und dem platten Lande. Wenn es möglich wäre alle flüssigen und festen Excremente, die sich in den Städten anhäufen ohne allen Verlust zu sammeln und jedem Landwirth auf dem platten Lande den Theil davon, den er in seinen Producten der Stadt geliefert hat, wieder zuzuführen, so würde die Ertragfähigkeit ihrer Felder sich unendlich lange Zeit hindurch beinahe unverändert erhalten lassen, und der in jedem fruchtbaren Felde vorhandene Vorrath an Nährstoffen würde ausreichend sein, um die Bedürfnisse der steigenden Bevölkerung vollkommen zu befriedigen, er genügt wenigstens in diesem Augenblicke noch, obwohl im Verhältnisse zur ganzen ackerbautreibenden Bevölkerung nur wenige Landwirthe bemüht sind, was sie an Nährstoffen in ihren Producten ausführen, durch eine entsprechende Zufuhr zu decken. Die Zeit wird freilich kommen, wo dieser

*) Als in Carlsruhe plötzlich angeordnet wurde, daß zur Beseitigung der Ausdünstung und des üblen Geruches bei Entleerung der Abtrittgruben dieselben mit Eisenvitriol desinficirt werden müssen, wollten die Landwirthe für den Grubeninhalt nichts mehr bezahlen, weil sie meinten, die producirende Kraft gehe dadurch verloren. Die Erfahrung hat jetzt gezeigt, daß die Wirkung des Düngers dadurch nicht beeinträchtigt wird, da in der Folge der desinficirte wie früher bezahlt wird. Der Dünger in den Abtrittswagen bedarf keiner Desinfection.

Digitized by Google

Ausfall denen erheblich genug erſcheinen wird, welche jetzt noch ſo unverſtändig ſind zu glauben, daß das Naturgeſetz, welches ihnen den Erſatz gebietet, auf ihre Felder keine Anwendung habe, und ſo werden auch in dieſer Beziehung die Sünden der Väter ihre Nachkommen büßen müſſen. Schlechte Gewohnheiten überwiegen in dieſen Dingen bei weitem die beſſere Einſicht; auch der unwiſſendſte Bauer weiß, daß der Regen der auf ſeine Miſthaufen fällt, ſehr viele ſilberne Thaler aus dem Haufen herausſchwemmt, und daß es von Vortheil für ihn ſein würde, wenn er auf ſeinen Feldern hätte, was ſein Haus und die Straßen ſeines Dorfes verpeſtet, aber er ſieht gleichmüthig zu, weil es von jeher ſo war.

Digitized by Google

Phosphorsaure Erden.

Die phosphorsauren Erden gehören zu den vorzugsweise wichtigen Mitteln zur Wiederherstellung der Fruchtbarkeit der Felder, nicht darum, weil sie für die Vegetation selbst eine größere Bedeutung als andere Nahrungsstoffe hätten, sondern weil sie in größter Menge durch das Culturverfahren des Fleisch und Korn erzeugenden Landwirthes den Feldern entzogen werden.

Unter den im Handel vorkommenden Phosphaten muß der Landwirth vor allem im Auge haben, welche Zwecke er damit erreichen will, da für gewisse Zwecke manche Sorten Vorzüge vor anderen haben.

Die sogenannten Superphosphate sind gewöhnliche Phosphate, denen man eine gewisse Menge Schwefelsäure zugesetzt hat, um das unlösliche neutrale Kalksalz in lösliches saures Salz zu verwandeln; sie erhalten häufig den Namen guanisirte Superphosphate, wenn denselben ein Ammoniaksalz und ein Kalisalz beigemischt worden ist. Ein gutes Superphosphat enthält in der Regel 10 bis 12 Procent lösliche Phosphorsäure, die Superphosphate eignen sich auf thon-, überhaupt auf kalkarmen Boden, um

Digitized by Google

die oberen Schichten der Felder mit Phosphorsäure zu versehen, und die Wirkung derselben auf Kartoffeln und auf Halmgewächse ist auf solchen der des Peru-Guano gleich; für Rüben und Raps, welche aus der beigemischten Schwefelsäure Nutzen ziehen, besitzen sie einen besondern Werth. Auf Kalkboden wird die freie Phosphorsäure und Schwefelsäure sogleich neutralisirt, und die Superphosphate verlieren damit von ihrer wesentlichen Eigenschaft der Verbreitbarkeit, die sie für andere Bodensorten werthvoll macht.

Das Knochenmehl nimmt unter den neutralen Phosphaten den ersten Rang ein. Wenn die Knochen unter hohem Druck der Wirkung des heißen Wasserdampfes ausgesetzt werden, so verlieren sie ihre zähe Beschaffenheit, sie quellen gallertartig auf, werden weich und lassen sich nach dem Trocknen leicht in ein feines Pulver verwandeln. In dieser Form wird seine Verbreitbarkeit im Boden außerordentlich beschleunigt, es löst sich in geringer Menge, aber merklich in Wasser, ohne eines anderen Lösungsmittels zu bedürfen. Was sich unter diesen Umständen im Wasser löst, ist eine Verbindung von Leim mit phosphorsaurem Kalk, welche durch die Ackererde nicht zersetzt wird und darum tief in den Boden eindringt, eine Eigenschaft, welche dem Superphosphat abgeht. In der feuchten Erde geht übrigens der Leim rasch durch Fäulniß in Ammoniakverbindungen über, und der phosphorsaure Kalk wird alsdann von der Ackererde festgehalten. Das Knochenmehl ist das geeignetste Mittel, um die tieferen Schichten der Ackererde mit phosphorsaurem Kalk zu versehen, wozu sich die Superphosphate nicht eignen.

Die durch Brennen von dem Leime befreiten Knochen, oder die Knochenasche, wozu die Knochenkohle der Zuckerraffinerien gerechnet werden kann, müssen zu ihrer vollen Wirksamkeit in das feinste Mehl verwandelt werden; sie bedürfen zu ihrer rasche-

Digitized by Google

ren Verbreitung im Boden einer verwesenden Substanz, welche die zu ihrer Lösung in Regenwasser erforderliche Kohlensäure liefert; sehr zweckmäßig ist sie in Pulvergestalt dem Stallmiste beizumischen und damit gähren zu lassen. Unter den im Handel vorkommenden Phosphaten zeichnen sich die von den Baker- und Jarvisinseln stammenden Guanoarten durch ihre saure Reaction und durch ihre größere Löslichkeit vor anderen aus, sie enthalten nur wenige Procente einer stickstoffhaltigen Substanz, keine Harnsäure, sodann geringe Mengen von Salpetersäure, Kali, Bittererde und Ammoniak. Der Bakerguano enthält bis 80 Procent, der Jarvisguano 33 bis 34 Procent phosphorsauren Kalk, letzterer außerdem 44 Procent Gyps, in ihrer Verbreitbarkeit stehen sie dem Knochenmehl, bei gleicher Feinheit des Pulvers, unter allen neutralen Phosphaten am nächsten, und ihre Beschaffenheit gestattet dem Landwirth, der ihre Wirkung beschleunigen und erhöhen will, besonders leicht ihre Ueberführung in Superphosphate durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure (auf 100 Gewichtstheile Bakerguano 20 bis 25 Procent concentrirte oder 30 bis 40 Procent sogenannte Kammersäure) zu bewerkstelligen.

Der Einfluß der genannten neutralen Phosphate auf die Erträge eines Feldes ist im ersten Jahre meistens geringer als in den folgenden, insofern die Verbreitung derselben eine gewisse Zeit erfordert, und es hat die gröbere oder feinere Beschaffenheit des Phosphates, die größere oder geringere Porosität des Bodens, sein Gehalt an verwesenden Stoffen und die sorgfältige Bearbeitung desselben einen wesentlichen Theil an der Beschleunigung oder Verlangsamung ihrer Wirkung, unter allen Umständen setzt diese einen gewissen Reichthum des Bodens an löslicher Kieselsäure, Alkalien, Kali und Natron voraus.

Der Unterschied in der Raschheit und Dauer der Wirkung

Digitized by Google

des Guanos und Knochenmehls ergibt sich aus folgenden Ernteerträgen, welche von H. Zenker in Kleinwolmsdorf in Sachsen in den Jahren 1847 bis 1850 erhalten wurden:

	Knochenmehl (822 Pfd.)		Guano (411 Pfd.)	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1847 Winterkorn	2798 Pfd.	4831 Pfd.	2951 Pfd.	4711 Pfd.
1848 Gerste . .	2862 „	3510 „	2484 „	3201 „
1849 Wicken .	1591 „	5697 „	1095 „	4450 „
1850 Winterkorn	1351 „	2768 „	732 „	2481 „

Der Ertrag war bei Guanodüngung im ersten Jahre höher, nahm aber in jedem folgenden Jahre ab; bei Knochenmehl-Düngung war der Ertrag im ersten Jahre niedriger, in den folgenden ist aber die Zunahme höchst bemerkenswerth.

Die 411 Pfd. Guano enthielten 53 Pfd. Stickstoff, die erzeugte Gesammternte 271 Pfd. Stickstoff, also nahe fünfmal mehr; das Knochenmehl enthielt nur 37 Pfd. Stickstoff, die Gesammternte 342 Pfd., also nahe neunmal mehr, im Ganzen lieferte das Knochenmehl in der Ernte 71 Pfd. Stickstoff mehr als der Guano. Von einer Beziehung des Stickstoffgehaltes im Dünger zu den geernteten Früchten kann hiernach keine Rede sein.

In den sächsischen Versuchen lieferten die mit Knochenmehl gedüngten Felder die folgenden Ergebnisse:

Digitized by Google

Düngung mit Knochenmehl:

	Gunnersdorf	Kötitz	Oberbobritzsch	Mäusegast
Menge Knochenmehl . .	823 Pfd.	1238 Pfd.	1644 Pfd.	892 Pfd.
1851 Roggen Korn . .	1399 „	1429 „	2230 „	1982 „
1851 Roggen Stroh . .	4167 „	3707 „	5036 „	4365 „
1852 Kartoffeln	18250 „	19511 „	11488 „	19483 „
1853 Hafer Korn . . .	2346 „	1108 „	1718 „	1405 „
1853 Hafer Stroh . .	3105 „	1224 „	1969 „	1905 „
1854 Klee	10393 „	2186 „	7145 „	5639 „

Mehrertrag über ungedüngt (s. S. 198):

	Gunnersdorf	Kötitz	Oberbobritzsch	Mäusegast
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
1851 Roggen Korn . .	223	165	777	—
1851 Roggen Stroh . .	1216	694	2021	—
1852 Kartoffeln	1583	934	1737	2587
1853 Hafer Korn . . .	327	—	190	116
1853 Hafer Stroh . .	542	—	157	65
1854 Klee	1249	1091	6234	101

Das Feld zu Kötitz empfing die Hälfte Knochenmehl mehr als das zu Gunnersdorf, und lieferte an allen Feldfrüchten einen geringeren Ertrag als wie dieses letztere.

Die doppelte Düngung erhöhte in Oberbobritzsch den Mehrertrag an Korn des Feldes im Jahre 1851 um das Dreifache von dem des Gunnersdorfer Feldes, das erstere lieferte über die Hälfte mehr Stroh; aber im dritten Jahre betrug die Steigerung des Haferkorn- und Strohertrages auf dem Felde in Gunnersdorf sehr viel mehr als auf dem in Oberbobritzsch.

Digitized by Google

Vor allem anderen ist die Steigerung der Kleeerträge bemerkenswerth, und obwohl das Feld zu Oberbobritzsch nur um $^1/_4$ Knochenmehl mehr empfangen hatte als das zu Kötitz, so lieferte es dennoch beinahe 6mal mehr Klee.

Man bemerkt leicht, daß in den ersten drei Versuchen die Quantitäten des zur Düngung angewendeten Knochenmehls sich verhielten wie $1 : 1^1/_2 : 2$, und es ergibt die Vergleichung der erhaltenen Mehrerträge, daß, wie bei dem Stallmist und Guano, die Höhe derselben in keiner erkennbaren Beziehung zu der angewendeten Düngermenge stand.

100 Pfd. Knochenmehl lieferten Mehrertrag:

	Gunnersdorf	Kötitz	Oberbobritzsch
1851 und 1853 Roggen und Hafer	Pfd. 280,8	Pfd. 40,1	Pfd. 191
1852 Kartoffeln	192	75	105
1854 Klee	152	96	380

Digitized by Google

Repskuchenmehl.

Die Rückstände des durch Auspressen vom fetten Oel befreiten Rübsamens sind reich an einer stickstoffreichen Materie, welche dem Käsestoff der Milch sehr nahe steht, sie enthalten die nämlichen unverbrennlichen oder Aschenbestandtheile wie die Samenaschen. Die Repssamenasche besteht aus phosphorsauren Salzen und ist in ihrer Zusammensetzung von der Asche des Roggensamens sehr wenig verschieden; phosphorsaure Alkalien und phosphorsaure Bittererde sind darin vorwaltend. Man begeht kaum einen Fehler, wenn man annimmt, daß man einem Felde in 100 Pfd. Repskuchenmehl an den unverbrennlichen Bestandtheilen des Roggensamens ebensoviel gibt, als in 250 bis 300 Pfd. Roggensamen enthalten sind.

Die stickstoffhaltige Materie des Repskuchenmehls ist an sich etwas löslich im Wasser und wird noch löslicher bei beginnender Fäulniß, woher es kommt, daß die darin enthaltenen Nährstoffe in einem weit größeren Umkreis in der Erde verbreitet werden, wie z. B. die Hauptbestandtheile des Guanos, des Ammoniaks und die Phosphorsäure, welche nach ihrer Auflösung sogleich von den Erdtheilchen, die damit in Berührung kommen, absorbirt werden. Dieß geschieht bei dem Repskuchenmehl erst dann, wenn die stickstoffhaltige Substanz desselben sich vollständig zer-

Digitized by Google

setzt hat und ihr Stickstoff in Ammoniak übergeführt ist; diese Zersetzung findet übrigens ziemlich rasch statt, so daß die Wirkung des Repskuchenmehls sich schon im ersten Jahre bemerklich macht.

Wegen der größeren Verbreitbarkeit seiner Bestandtheile im Boden erscheint darum die Wirkung des Repskuchenmehls etwas stärker, wenn man sie z. B. mit der des Guanos bei gleichem Gehalt an Phosphorsäure vergleicht.

Als Düngmittel hat das Repskuchenmehl insofern kaum eine Bedeutung, als nur verhältnißmäßig sehr wenige Landwirthe in der Lage sich befinden, erhebliche Mengen davon für die Zwecke der Düngung sich zu verschaffen, und wenn dessen Ernährungswerth für die Thiere allgemeiner bekannt und anerkannt sein wird, so wird der steigende Preis desselben seine Anwendung als Düngmittel um so mehr beschränken, da man in den Excrementen der damit ernährten Thiere die Hauptmasse der Bestandtheile, die dem Repskuchenmehl als Dünger Werth geben, wiedererhält.

In den sächsischen Versuchen wurden durch Düngung mit Repskuchenmehl folgende Resultate erhalten:

Repskuchenmehl.

	Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Dünger	1614	1855	1849	3288
1851 Roggen {Korn . .	1868	2645	1578	1946
1851 Roggen {Stroh . .	5699	5998	4218	4475
1852 Kartoffeln	17374	18997	19165	10442
1853 Hafer {Korn . . .	2052	{1619 Gerste	1408	1517
1853 Hafer {Stroh . .	2768	{2298	1550	1939
1854 Klee	9143	6659	981	2105

Digitized by Google

Mehrertrag über ungedüngt (siehe S. 198):

	Gunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Stickstoffmenge im Dünger .	78,9	88,8	89	157,8
1851 Roggen Korn . . .	692	407	314	493
1851 Roggen Stroh . . .	2748	1416	1205	1460
1852 Kartoffeln	707	2101	588	691
1853 Hafer Korn	33	330	69	0
1853 Hafer Stroh . . .	205	458	193	127
1854 Kleeheu	0	1121	0	1194

Aehnlich wie bei der Düngung mit Stallmist, Knochenmehl und Guano ergibt sich aus diesen Versuchen, daß auf keinem Felde die Wirkung des Repskuchenmehls in irgend einer nachweisbaren Beziehung zu der angewandten Menge stand.

1000 Pfd. Repskuchenmehl erzeugten Mehrertrag:

	Gunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
1851 Roggen — Korn und	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Stroh	2130	989	820	594
1853 Hafer — Korn und				
Stroh	147	424	141	39
1852 Kartoffeln	438	1132	318	210
1854 Kleeheu	0	604	0	332

In Beziehung auf die Wirkung des im Dünger zugeführten Stickstoffes sind diese Versuche von Interesse; die Vergleichung der Mehrerträge, welche in Oberbobritzsch mittelst Guano und Repskuchenmehl erhalten wurden, lehrt in dieser Beziehung Folgendes:

Digitized by Google

Oberbobritzsch.

	611 Pfd. Guano =	3288 Pfd. Repsmehl =
	80 Pfd. Stickstoff und	157,8 Pfd. Stickstoff und
	74 „ Phosphorsäure.	39,5 „ Phosphorsäure.
1851 u. 1853 Roggen und Hafer	4503 Pfd.	2069 Pfd.
1852 Kartoffeln . .	3979 „	691 „
1854 Kleeheu . . .	4133 „	1194 „

Das eine Feld in Oberbobritzsch empfing im Repskuchenmehl nahe die doppelte Menge Stickstoff, als das andere Feld in Guano, und der Unterschied in den Erträgen ist im höchsten Grade in die Augen fallend.

In den beiden Versuchen verhielt sich	Guano		Repskuchenmehl
der Stickstoff im Dünger wie	1	:	2,
in den Erträgen hingegen			
an Halmgewächsen wie	2	:	1,
an Kartoffeln wie	5,7	:	1,
an Klee wie	3,4	:	1.

Die Wirkung des Stickstoffes im Guano war mithin um das Vierfache bei den Halmgewächsen, um das Zwölffache bei den Kartoffeln, nur um das Siebenfache beim Klee größer als die des Stickstoffes in dem Repskuchenmehl.

Vergleicht man die erhaltenen Mehrerträge mit dem Gehalt an Phosphorsäure in den beiden Düngmitteln, so ergibt sich, daß diese weit eher in Beziehung standen zu ihrem Phosphorsäuregehalte, aber ein bestimmtes Verhältniß fand auch hier nicht statt.

Die Hauptergebnisse der in Gunnersdorf, Mäusegast, Kötitz und Oberbobritzsch auf vier Feldern und einem vierjährigen Umlaufe angestellten Versuche sind folgende:

Alle 48 Ernten auf den ungedüngten, den mit Guano,

Knochenmehl, Guano und Repskuchenmehl gedüngten Feldern ergaben im Roggenkorn und Stroh, den Kartoffeln, dem Haferkorn und Stroh und Klee

durch Düngung mit

	Knochenmehl	Guano	Repskuchenmehl
Gesammternte an Stickstoff	1170 Pfd.	1139 Pfd.	1046 Pfd. Stickstoff
Die Felder lieferten ungedüngt	910 „	910 „	910 „ „
Mehr geernteter Stickstoff	260 Pfd.	229 Pfd.	136 Pfd. Stickstoff
Der Dünger enthielt Stickstoff	207 „	236 „	415 „ „
Mehr als der Dünger	53 Pfd.,	weniger 7 Pfd.	279 Pfd. Stickstoff

Der an Stickstoff ärmste Dünger (Knochenmehl) gab den absolut höchsten, der daran reichste (Repsmehl) den niedrigsten Ertrag.

Auf 100 Pfd. Stickstoff im Dünger

wurde Stickstoff im Mehrertrage geerntet 125 Pfd. durch Knochenmehl,
97 „ „ Guano,
32 „ „ Repsmehl.

An Phosphorsäure wurde geerntet bei Düngung mit

	Knochenmehl	Guano	Repsmehl	ungedüngt
Phosphorsäure	361 Pfd.	362 Pfd.	338 Pfd.	292 Pfd.
Der Dünger enthielt . .	1102 „	288 „	86 „	0 „
Die Felder gewannen .	741 Pfd.	—	—	—
„ „ verloren . .	—	74 Pfd.	252 Pfd.	292 Pfd.

Digitized by Google

Holzasche.

Es ist bereits erwähnt worden, daß der Gehalt an Kali von verschiedenen Holzpflanzen sehr ungleich ist, die von hartem Holze ist meistens reicher daran als die von weichem. Die Asche von Buchenholz gibt an Wasser die Hälfte des Kalis als kohlensaures Kali ab, die andere Hälfte bleibt mit kohlensaurem Kalk in einer Verbindung, welche sehr langsam durch kaltes Wasser zersetzt wird. Die Asche von Fichtenholz enthält wie die Tabacksasche in der Regel eine größere Menge von Kalk, so zwar, daß kaltes Wasser häufig kein kohlensaures Kali daraus aufzulösen scheint. Diesen Aschen wird aber nach und nach durch Einwirkung von Wasser das Kali vollständig entzogen, und da sie sich leicht tief unterpflügen lassen, so sind sie vor allen Kaliverbindungen geeignet die tieferen Schichten der Ackerkrume mit Kali zu bereichern. Es ist zweckmäßig, diejenigen Holzaschen, welche das Kali leicht an Wasser abgeben, ehe man sie auf den Acker bringt, mit einer das Kali absorbirenden Erde zu mengen und soviel davon zuzusetzen, daß aufgegossenes Wasser rothes Lackmuspapier nicht mehr bläut; am besten geschieht dies auf dem Acker selbst.

Digitized by Google

Die mit Wasser ausgelaugte Asche, z. B. der Rückstand, welcher in der Pottaschenbereitung bleibt, besitzt für manche Felder einen hohen Werth, nicht nur wegen des Kalis, welches stets noch darin vorhanden ist, sondern auch wegen seines Gehaltes an phosphorsaurem Kalk und löslicher Kieselsäure.

Da die oberen Schichten unserer Getreidefelder im Verhältniß zu den anderen Nährstoffen an sich schon einen Ueberschuß von Kali enthalten, so übt die Aschendüngung, wenn sie sich auf die Oberfläche des Ackers erstreckt, selten eine nachhaltige Wirkung aus, in die gehörige Tiefe gebracht, gibt sie aber das Mittel ab, um dauernde Ernten von Klee, Rüben oder auch Kartoffeln zu erzielen. Verständige Rübenzucker-Fabrikanten verwenden mit dem größten Vortheil die Rückstände der Destillation ihrer Melassen, welche alle Kalisalze der Rüben enthalten, zu Düngung ihrer Felder, um ihnen das in der Cultur der Rüben entzogene Kali wieder zu ersetzen.

Digitized by Google

Ammoniak und Salpeterſäure.

Wenn man nach den ſorgfältigen, auf mehrere Jahre ausgedehnten Beobachtungen von Bineau über den Gehalt des Regenwaſſers an Ammoniak und Salpeterſäure an verſchiedenen Orten Frankreichs das Mittel nimmt, ſo fallen auf die Hectare-Fläche jährlich 27 Kilogr. Ammoniak = 22 Kilogr. Stickſtoff und 34 Kilogr. Salpeterſäure = 5 Kilogr. Stickſtoff, im Ganzen mithin 27 Kilogr. = 54 Zollpfunde Stickſtoff. Auf einen engliſchen Acre macht dies 21,9 Pfd., auf einen ſächſiſchen Acre 30 Pfd. aus. Mit dieſen Zahlen ſtimmen die Beobachtungen Bouſſingault's und Knop's nahe überein.

Die jährliche mittlere Regenmenge, welche in verſchiedenen Gegenden fällt, iſt nach der Lage und Höhe der Orte außerordentlich ungleich, und es haben die Unterſuchungen ergeben, daß der Gehalt des Regenwaſſers an Ammoniak und Salpeterſäure im umgekehrten Verhältniſſe ſteht zu der Regenmenge; in Gegenden, wo es ſeltener oder weniger regnet, iſt das Waſſer reicher an dieſen Beſtandtheilen als in Gegenden, wo mehr Regen fällt. Der Thau iſt nach Bouſſingault am reichſten an Ammoniak, nach Knop nicht reicher als das Regenwaſſer (ſiehe deſſen wichtige Abh. im 8. Hefte der landw. Verſuchsſtat. in Sachſen). Die Pflanzen empfangen aber Ammoniak und Salpeterſäure nicht nur durch Vermittelung des Regenwaſſers

Digitized by Google

aus dem Boden und im Thau, sondern auch direct aus der Atmosphäre. Die Versuche von Bouſſingault (Annal. de chim. et de phys. 3. Sér. T. LIII) lassen wohl über die beständige Anwesenheit des Ammoniaks in der Luft keinen Zweifel zu. In einem Kilogramm der folgenden zum Rothglühen erhitzten Materien fand er nach dreitägigem Aussetzen auf einem Porzellanteller in der Luft:

In 1 Kilogr. Quarzsand . 0,60 Milligr. Ammoniak,
„ 1 „ Knochenasche 0,47 „ „
„ 1 „ Kohle . . . 2,9 „ „

Obwohl man mit ziemlicher Sicherheit die Ammoniak- und Salpetersäuremenge bestimmen kann, welche ein Feld jährlich im Regenwasser empfängt, so ist diese Bestimmung in dem Thau, der die Pflanze benetzt, nicht ausführbar; ebensowenig läßt sich ermitteln, wieviel Ammoniak oder Salpetersäure direct von der Pflanze gleichzeitig mit der Kohlensäure aus der Luft aufgenommen wird.

In den Hochebenen Central-Amerika's, in welchen es beinahe niemals regnet, empfangen die Cultur- und wildwachsenden Pflanzen ihre Stickstoffnahrung nur durch den Thau oder direct aus der Luft, und man kann wohl, ohne einen Fehler zu begehen, annehmen, daß durch die Luft und den Thau den Pflanzen, welche auf den europäischen Ackerfeldern wachsen, ebensoviel Ammoniak und Salpetersäure dargeboten wird, als das Regenwasser zuführt. Eine Sandfläche, auf welcher keine Pflanzen wachsen, empfängt durch den Regen ebensoviel Ammoniak und Salpetersäure als ein Culturfeld, allein letzteres empfängt durch die Pflanzen eine größere Menge, durch blattreiche Gewächse mehr als durch blattarme.

Nehmen wir nun an, daß in den sächsischen Versuchen die auf den ungedüngten Feldern gewonnenen Halmgewächse, Kar-

Digitized by Google

toffeln und Klee ihren ganzen Stickſtoffgehalt vom Boden und die Pflanzen weder aus der Luft noch aus dem Thau Stickſtoffnahrung aufgenommen hätten, ſo ſtellt ſich für den Gewinn und Verluſt des Feldes an Stickſtoffnahrung nach den Seite 242 gemachten Annahmen, daß $^1/_{10}$ der ſtickſtoffhaltigen Klee- und Kartoffelbeſtandtheile in der Form am Vieh ausgeführt worden ſeien, folgende Rechnung heraus:

Das Feld in Cunnersdorf

		lieferte im Ganzen Stickſtoff	verlor in d. Ausfuhr Stickſtoff	gewann im Regen Stickſtoff
		Pfd.	Pfd.	Pfd.
1851	Roggenkorn . .	1176	22,4	22,4	
	Roggenſtroh . .	2951	10,6	—	
1852	Kartoffeln	16667	69,8	6,9	
1853	Haferkorn . . .	2019	30,9	30,0	
	Haferſtroh . . .	2563	6,6	—	
1854	Kleeheu	9144	202,1	20,2	
				79,5	120

Am Anfang des fünften Jahres war mithin das Feld reicher an Pfund Stickſtoff 40,5

Das Feld in Mäſegaſt

		verlor durch Ausfuhr Stickſtoff	gewann im Regen Stickſtoff
		Pfd.	Pfd.
1851	Roggen	42,7	
1852	Kartoffeln	7	
1853	Gerſte	22,2	
1854	Kleeheu	12,2	
		84,1	120

war 1855 reicher um 35,9 Pfund Stickſtoff.

Digitized by Google

Es ist wohl kaum nöthig, diese Berechnung weiter fortzusetzen, denn alle ergeben das Resultat, daß auch unter den ungünstigsten Annahmen ein Feld durch den Regen allein schon mehr, jedenfalls nicht weniger Stickstoffnahrung zurückempfängt, als es in dem gewöhnlichen Betriebe verliert.

Diese Thatsache dürfte wohl die Behauptung rechtfertigen, daß der Ersatz an Stickstoff die Sorge des Landwirthes eben so wenig beschäftigen sollte, wie der des Kohlenstoffes; beide sind in der That ursprünglich Luftbestandtheile, oder fähig, zu Luftbestandtheilen wieder zu werden, und sind in dem Kreislaufe des Lebens untrennbar von einander.

Der Gehalt des Regenwassers an Ammoniak und Salpetersäure gibt zu erkennen, daß eine Quelle von Stickstoff besteht, welche die Pflanzen ohne Zuthun der Menschen mit dieser nothwendigen Nahrung versieht. Für die anderen Nährstoffe, welche, wie Phosphorsäure, Kali, für sich nicht beweglich sind, besteht dieser Ersatz aus natürlichen Quellen nicht, und man hätte hiernach vermuthen sollen, daß man in der Erforschung der Ursachen, welche in Folge der Cultur das Ertragsvermögen der Felder vermindern, den Grund der Abnahme der Erträge zuerst und vorzugsweise in den an sich unbeweglichen Nährstoffen hätten suchen müssen, und nicht in den im Kreislaufe sich bewegenden, nachdem man mit Bestimmtheit wußte, daß mindestens ein Theil der letzteren jährlich von selbst auf das Feld zurückkehrt; aber in der Entwickelung einer Wissenschaft behaupten in jedem Stadium derselben die einmal angenommenen Ansichten noch eine Zeit lang ihre historische Berechtigung, und so ist es denn auch mit denen, welche dem Stickstoff in der landwirthschaftlichen Cultur eine vorzugsweise Bedeutung zuschreiben.

In der Betrachtung einer Naturerscheinung und in der Aufsuchung ihrer Ursachen weiß man im Anfange nicht, ob

Digitized by Google

ſie einfach oder zuſammengeſetzt ſei, ob ſie durch eine oder mehrere Urſachen bedingt werde, und man hält diejenigen für die allein thätigen, welche man als wirkſam zuerſt erkannt hat. Es iſt noch nicht lange her, daß man glaubte, alle Bedingungen des Wachsthums lägen in dem Samen allein, dann fand man, daß das Waſſer, ſpäter, daß die Luft eine ganz entſcheidende Rolle dabei ſpielte, darauf ſchrieb man gewiſſen organiſchen Ueberreſten im Boden einen Hauptantheil an der Fruchtbarkeit des Bodens zu, und da man zuletzt fand, daß unter allen, zur Düngung dienenden Stoffen die thieriſchen Excremente, die Theile und Beſtandtheile der Thiere in ihrer Wirkſamkeit alle anderen übertreffen, und zuletzt die chemiſche Analyſe in dieſen Materien als Hauptbeſtandtheil Stickſtoff nachgewieſen hatte, ſo darf man ſich nicht wundern, daß man dem Stickſtoffe damals die alleinige, ſpäter die vorzugsweiſe Wirkung des Düngers zuſchrieb.

Dieſer Entwickelungsgang iſt naturgemäß und gibt keinen Grund zu einem Tadel ab; man wußte damals noch nicht, daß die Aſchenbeſtandtheile der Gewächſe, das Kali, der Kalk, die Phosphorſäure eine ebenſo wichtige Rolle in dem Lebensproceß der Gewächſe ſpielen als der Stickſtoff, ja man hatte nicht einmal eine Vorſtellung davon, in welcher Weiſe der Stickſtoff der Stickſtoffverbindungen wirke: man hielt ſich an die Thatſache, daß Horn, Klauen, Blut, Knochen, Urin und die feſten Ausleerungen der Thiere und Menſchen eine entſchieden günſtige, holzige Subſtanzen, Sägeſpäne und ähnliche Stoffe ſo gut wie gar keine Wirkung hätten. Wenn bei den einen der Grund der Wirkung in der Anweſenheit des Stickſtoffes lag, ſo war der des Mangels an Wirkung bei den anderen der Mangel an Stickſtoff, kurz in Beziehung auf die Wirkung des Stickſtoffs ſchienen alle Thatſachen in Harmonie zu ſtehen und erklärt zu ſein.

Digitized by Google

Wenn der Stickstoff der stickstoffhaltigen Düngmittel die Bedingung ihrer Wirksamkeit war, so folgte daraus von selbst, daß nicht alle einen gleichen Werth für den Landwirth besaßen, weil nicht alle gleichviel Stickstoff enthalten, diejenigen mit einem höheren Procentgehalt, besaßen offenbar einen höheren Werth als die mit einem niedrigen. Durch die chemische Analyse ließ sich leicht der Gehalt an Stickstoff feststetzen und so kam man denn darauf, zum Nutzen des Landwirths, die Düngstoffe in eine Reihe zu ordnen, und jeden mit einer Zahl zu versehen die den relativen Werth derselben feststellte; die stickstoffreichsten als die werthvollsten standen den anderen voran.

Auf die Form des Stickstoffs in diesen verschiedenen Düngstoffen legte man bei dieser Werthbestimmung kein Gewicht und ebenso wenig auf die Stoffe, welche neben der Stickstoffverbindung darin enthalten waren; es war in dieser Reihe ganz gleichgültig, ob die Stickstoffverbindung Leimsubstanz, Horn oder Eiweiß war, oder ob diese Stoffe begleitet waren von phosphorsauren Erden oder Alkalien oder nicht; getrocknetes Blut, Klauen, Hornspäne, wollene Lumpen, Knochen, Rapskuchenmehl waren Glieder einer und derselben Reihe.

Da man unter dem Worte »Stickstoff« keine bestimmte Verbindung verstand, so war damals der Nachweis, daß die Wirkung der stickstoffhaltigen Düngmittel im Verhältniß zu ihrem Stickstoffgehalt stehe, eine Sache der Unmöglichkeit.

Durch die Einführung und Anwendung des Peruguanos und Chilisalpeters erhielt die sogenannte Stickstofftheorie ihre eigentliche Begründung; in seinem Reichthum an Stickstoff kam dem Guano kein Düngstoff gleich, so wie er denn alle anderen an Raschheit und Stärke in der Wirkung übertrifft. Was die Stärke der Wirkung betrifft, so stimmte diese mit der Stickstofftheorie überein, sie entsprach seinem hohen Stickstoffgehalte

Digitized by Google

und die chemische Analyse gab auch befriedigenden Aufschluß über die Raschheit derselben. Die Thatsache, daß der Einfluß des Guano auf die Erhöhung der Erträge in der Regel rascher war als der von anderen Düngmitteln von gleichem Stickstoffgehalte, machte es augenscheinlich, daß er in einem seiner Bestandtheile eine Eigenschaft in sich trage, welche anderen abging; dieser Bestandtheil mußte, so dachte man, den Pflanzen zuträglicher als andere Stickstoffverbindungen sein.

Die Ermittelung dieses Bestandtheils machte keine Schwierigkeit. Die chemische Analyse zeigte, daß der Peruguano sehr reich an Ammoniaksalzen war, und daß die eine Hälfte seines Stickstoffgehaltes aus Ammoniak bestand; das Ammoniak war aber als Pflanzennahrungsmittel bereits erkannt, und so schien damit keine Schwierigkeit in der Erklärung der Raschheit der Wirkung des Guano mehr zu bestehen. Der Peruguano enthielt hiernach in dem Ammoniak einen der wichtigsten Nährstoffe der Gewächse in concentrirtem Zustande, der in der Erde verbreitet, direct von den Wurzeln der Pflanzen assimilirbar war.

Von dieser Zeit an machte man unter den stickstoffhaltigen Düngmitteln einen Unterschied, man unterschied darin »verdaulichen« und »schwer verdaulichen« Stickstoff, unter dem verdaulichen meinte man das Ammoniak und die Salpetersäure, unter dem schwer verdaulichen, die anderen stickstoffhaltigen Stoffe, die erst verdaulich werden und wirken können, wenn ihr Stickstoff in Ammoniak übergegangen ist.

Die Wirkung des Guano auf die Erhöhung der Kornerträge war unbezweifelbar, die Theorie nahm als ebenso unbestreitbar an, daß die Wirkung auf seinem Gehalte an Stickstoff beruhe; sie hielt es ferner für gewiß, daß das Ammoniak der wirksamste Theil des Stickstoffs im Guano sei. Hier-

Digitized by Google

aus folgte von selbst, daß die Wirkung des Guano ersetzbar sein müsse durch eine entsprechende Menge Ammoniaksalz, und es schien den Anhängern dieser Ansicht zur beliebigen Steigerung und Erhöhung der Erträge der Kornfelder nichts weiter nöthig zu sein, als die Herbeischaffung der erforderlichen Menge von Ammoniaksalzen zu einem angemessenen Preise. Nur an Humus fehle es, so meinte man früher, nur an Ammoniak fehle es, so meinte man jetzt.

In Beziehung auf die Ansichten über die Bedeutung des Stickstoffes für die Gewächse war dieser Schluß ein unermeßlicher Fortschritt. Während man sonst keine bestimmte Vorstellung mit dem Worte »Stickstoff« verband, hatte man jetzt eine ganz bestimmte; was früher Stickstoff hieß nannte man jetzt »Ammoniak«, eine greifbare, wägbare Verbindung, welche von allen den anderen Stoffen, welche ebenfalls Bestandtheile der stickstoffhaltigen Düngmittel sind, getrennt, jetzt zu Versuchen dienen konnte, um die Wahrheit der Ansicht selbst zu prüfen.

Wenn die Wirkung des Guano im Verhältnisse zu seinem Stickstoffgehalte stand, so mußte eine Ammoniakmenge von gleichem Stickstoffgehalte nicht nur dieselbe, sondern eine noch größere Wirkung hervorbringen, denn die Hälfte des Stickstoffes im Guano besteht aus schwerverdaulichem Stickstoff, das Ammoniak war aber gänzlich assimilirbar.

Wenn in einem einzigen Versuche der Guano eine mächtige und die entsprechende Menge Ammoniak keine, oder eine minder mächtige Wirkung hatte, so reichte dieser Versuch vollkommen hin um die Ansicht zu widerlegen, die man mit dem Stickstoff verband; war sie richtig, so mußte das Ammoniak in allen Fällen wirken, in welchen der Guano wirkte, und in ganz gleicher Weise wirken. Die ältesten in dieser Richtung

Digitized by Google

angestellten Versuche sind die von Schattenmann (Compt. rend. T. XVII).

Er düngte zehn Stück eines großen Weizenfeldes mit Salmiak und schwefelsaurem Ammoniak; ein gleich großes Stück blieb ungedüngt; von den gedüngten Stücken empfingen das eine per Acre 162 Kilogramm (324 Pfund), die anderen die doppelte, drei- und vierfache Quantität von jedem dieser Salze.

Die Ammoniaksalze (sagt Schattenmann S. 1130) scheinen auf den Weizen einen auffallenden Einfluß auszuüben, denn schon acht Tage nach der Düngung nahm die Pflanze eine tief dunkelgrüne Farbe an, ein sicheres Zeichen einer großen Vegetationskraft.

Der durch die Ammoniakdüngung erzielte Ertrag war folgender:

	Empfing Ammoniaksalz	Ertrag in Kilogr.			
		Korn	Stroh	Weniger Korn	Mehr Stroh
1)	1 Acre — kein	1182	2867		
2)	1 „ 162 Klgr. salzsaures	1138	3217	44	348
3)	4 „ 324 Klgr., 324 Klgr., 486 Klgr., 486 Klgr. do., Mittel	878	3171	304	314
4)	1 „ 162 Klgr. schwefels.	1174	3078	8	211
5)	4 „ 324 Klgr., 324 Klgr., 486 Klgr., 648 Klgr., Mittel	903	3248	279	381

Man bemerkt leicht, daß die Erwartungen, die sich an die tief dunkelgrüne Farbe knüpften, nicht in Erfüllung gingen. Die Ammoniaksalze hatten nicht allein keinen Einfluß auf die Erhöhung des Kornertrages gehabt, sondern denselben in allen Versuchen vermindert; der Strohertrag hatte um ein Geringes zugenommen.

Die Ammoniaksalze hatten in diesen Fällen den Kornertrag nicht vermehrt, sondern die entgegengesetzte Wirkung des Guano gehabt, durch welchen in der Regel die Kornerträge vermehrt wurden.

Digitized by Google

Als beſtimmte Beweiſe gegen die Anſicht über die Wirkung des Ammoniaks konnten aber dieſe Verſuche nicht angeſehen werden, da ein vergleichender Verſuch mit Guano nicht gemacht worden war; unmöglich war es nicht, daß ſich der Guano gerade auf dieſem Felde vielleicht ebenſo verhalten hätte. Einige Jahre darauf wurden von Lawes und Gilbert eine Reihe von Unterſuchungen veröffentlicht, welche die Wirkung des Ammoniaks oder vielmehr der Ammoniakſalze zu beſtätigen ſchienen; ſie waren darauf berechnet, die Sätze zu beweiſen, daß nicht die unverbrennlichen Nährſtoffe des Weizens für ſich die Fruchtbarkeit des Feldes zu ſteigern vermögen, ſondern daß der Ertrag an Korn und Stroh eher im Verhältniß zu dem zugeführten Ammoniak ſtehe; daß man mit Ammoniakſalzen allein eine Steigerung der Erträge erzielen könne, ſowie denn ſtickſtoffhaltige Dünger ganz beſonders geeignet für die Cultur des Weizens ſeien.

Die Verſuche der Herren Lawes und Gilbert ſind aber nichts weniger als beweiſend für die Schlüſſe, die ſie damit begründen wollten, was ſie darthun, iſt eher die Thatſache, daß ſie von dem Weſen der Beweisführung keine Vorſtellung hatten.

Sie verſuchten nicht zu ermitteln, ob man mit Ammoniakſalzen allein einem Stück Feld dauernd höhere Erträge abgewinnen könne, als ein gleiches Stück deſſelben Feldes ungedüngt liefert.

Sie verſuchten auch nicht zu ermitteln, welche Erträge ein gleiches Stück Feld durch Düngung mit Superphosphat und Kaliſalzen in einer Reihe von Jahren liefert, ſondern ſie bereicherten im erſten Jahre ein Stück Feld auf eine ganze Reihe von Jahren mit Korn- und Strohbeſtandtheilen, mit Phosphorſäure und kieſelſaurem Kali (560 Pfund mit Schwefelſäure aufgeſchloſſenen Knochen und 220 Pfund kieſelſaurem Kali) und

Digitized by Google

düngten es in den folgenden Jahren mit Ammoniakſalzen allein, und wollen uns in dieſer Weiſe glauben machen, daß die, unter dieſen Umſtänden erhaltenen Mehrerträge bedingt geweſen ſeien durch die Wirkung der Ammoniakſalze allein!

Die Unzulänglichkeit dieſer Verſuche der Herren Lawes und Gilbert fällt vielleicht greller in die Augen, wenn man die Frage, die ſie zu löſen vorgeben, in einer anderen Weiſe formulirt. Wir wollen annehmen, ſie hätten beweiſen wollen, daß die hohen Mehrerträge, welche ein mit Guano gedüngtes Weizenfeld liefere, auf der Wirkung der Ammoniakſalze im Guano beruhe, und daß deſſen andere Beſtandtheile keinen Antheil daran gehabt hätten. Wenn ſie den Guano mit Waſſer ausgelaugt und zwei Stücke Feld, das eine mit Guano, das andere mit den löslichen Beſtandtheilen einer gleichen Menge Guano gedüngt hätten, ſo konnten nur zwei Fälle eintreten, der Ertrag beider war entweder gleich oder ungleich. Waren die Erträge gleich, ſo war es klar, daß die unlöslichen Beſtandtheile des Guano keine Wirkung hatten, war der Ertrag des mit Guano gedüngten Stückes größer, ſo war es ſicher, daß die unlöslichen Beſtandtheile (Mineralbeſtandtheile, wie ſie die Herren Lawes und Gilbert nennen würden) einen Antheil an dem Mehrertrage hatten. Die Größe dieſes Antheils hätte ſich vielleicht beſtimmen laſſen, wenn ein drittes Stück mit den unlöslichen Beſtandtheilen, d. i. mit den ausgelaugten Rückſtänden einer gleichen Menge Guano gedüngt worden wäre.

Wenn die Experimentatoren hingegen zur Führung ihres Beweiſes, anſtatt dieſes Verſuches, den Guano ausgelaugt und ein Stück Feld im erſten Jahre mit den unlöslichen Beſtandtheilen des Guano, und in den darauf folgenden mit den löslichen gedüngt hätten und behaupten wollten, die letzteren, nämlich die Ammoniakſalze des Guano

Digitized by Google

hätten allein die hohen Mehrerträge hervorgebracht, und daß diese eher im Verhältniß zu den Ammoniaksalzen als zu den unverbrennlichen Bestandtheilen des Guano gestanden hätten, so würden wir Grund haben zu glauben, daß dieselben eine Täuschung beabsichtigt hätten, denn in der Wirklichkeit hatten sie das Feld nicht mit den Ammoniaksalzen allein, sondern mit allen Bestandtheilen des Guano gedüngt.

Was hier in Beziehung auf den Guano gesagt ist, welcher, wie früher erwähnt, gleich einem Gemenge von Superphosphat, Kali und Ammoniaksalzen wirkt, läßt sich wörtlich auf die Versuche von Lawes und Gilbert anwenden.

Sie düngten ihr Feld im ersten Jahre mit einer Quantität von löslicher Phosphorsäure, Kalk und Kali, welche sehr nahe der Menge dieser Stoffe, in 1750 Pfd. Guano, entspricht, und in den darauf folgenden Jahren fügten sie die Ammoniaksalzen hinzu. Die Ackerkrume des Feldes selbst war durch vorhergegangene Culturen offenbar an Stickstoffnahrung erschöpft, und man hätte sich unter diesen Umständen nur darüber wundern können, wenn die Nährstoffe, die im Guano wirken, ohne Ammoniak einen ebenso hohen Ertrag geliefert hätten als mit Ammoniak.

Diese Versuche sind für die Geschichte der Landwirthschaft bemerkenswerth, denn sie zeigen, was man den Landwirthen zu einer Zeit bieten konnte, wo der Mangel am Verständniß richtiger Principien die wissenschaftliche Kritik noch nicht aufkommen ließ.

In Beziehung auf die Fragen über die Bedeutung des Ammoniaks und der Ammoniaksalze wurden in den Jahren 1857 und 1858, von Seiten des Generalcomité's des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern, eine Reihe vergleichender Versuche in der Gemarkung Bogenhausen über die Wirkung

Digitized by Google

des Guanos und verſchiedener Ammoniakſalze von gleichem Stickſtoffgehalte angeſtellt, deren Ergebniſſe entſcheidend ſind.

In dieſen Verſuchen wurde von 18 Stücken, jedes von 1914 □Fuß Fläche, eines völlig ausgetragenen Feldes (Lehmboden), welches in gewöhnlicher Stallmiſtdüngung Roggen, dann zweimal Hafer getragen hatte, vier Stücke mit Ammoniakſalzen und ein Stück mit Guano gedüngt; ein Stück blieb ungedüngt.

Als Ausgangspunkt zur Ermittelung der Menge der anzuwendenden Düngmittel wurde angenommen, daß 336 Pfd. Guano pr. bayer. Tagwerk (400 Pfd. pr. Acre engl.) einer vollen Stallmiſtdüngung entſprechen, wonach auf die erwähnte Fläche 20 Pfd. Guano ſich berechnen.

Die gewählte Sorte guten peruvianiſchen Guanos wurde vorher analyſirt und in 100 Theilen eine Menge Stickſtoff darin ermittelt, welche 15,39 Ammoniak entſprach; in der Regel iſt nur die Hälfte des Stickſtoffes im Guano als Ammoniak und die andere als Harnſäure, Guanin ꝛc. darin zugegen, von deren Wirkſamkeit auf den Pflanzenwuchs man, wie bereits erwähnt, ſoviel wie Nichts weiß. Man nahm aber an, daß der Stickſtoff in dieſen anderen Stoffen ebenſo wirkſam ſei, als der im Ammoniak und berechnete darnach das Quantum der verſchiedenen Ammoniakſalze, welche ebenfalls vorher analyſirt waren, um über ihren Ammoniakgehalt vollkommene Gewißheit zu erlangen. Für die obigen 20 Pfd. Guano berechnen ſich hiernach 1719 Gramm Ammoniak, und ein jedes der anderen vier Stücke empfing in dem zur Düngung angewendeten Ammoniakſalz genau dieſelbe Menge Ammoniak.

Es iſt klar, daß wenn durch den Guano ein Mehrertrag erhalten wurde und dieſer bedingt oder abhängig war von ſeinem Stickſtoffgehalte, ſo mußte nothwendig ein jedes der vier anderen Stücke, da ſie dieſelbe Stickſtoffmenge empfangen

Digitized by Google

hatten, ſich genau ſo verhalten, wie wenn ſie ebenfalls mit 20 Pfd. deſſelben Guanos gedüngt worden wären. Die Reſultate waren folgende:

Vergleichende Verſuche in Bogenhauſen mit Guano und Ammoniakſalze von gleichem Stickſtoffgehalte:

Ernteertrag 1857

Gedüngt mit	Gerſte Korn	Stroh
5880 Gramm kohlenſaurem Ammoniak . .	6335	16205 Gramm
4200 „ ſalpeterſaurem „ . . .	8470	16730 „
6720 „ phosphorſaurem „ . . .	7280	17920 „
6720 „ ſchwefelſaurem „ . . .	6912	18287 „
Guano		
20 Pfd.	17200	33320 „
Ungedüngt	6825	18375 „

Obgleich jedes der vier Stücke die nämliche Menge Stickſtoff empfangen hatte, ſo ſtimmte dennoch der Ertrag von keinem mit dem des anderen überein; im Ganzen war der Ertrag der mit Ammoniakſalzen gedüngten Stücke im Stroh und Korn zuſammengenommen ſehr wenig höher als der des ungedüngten Stückes; das mit Guano gedüngte Stück lieferte hingegen für die gleiche Stickſtoffmenge 2½mal mehr Korn und 80 Procent mehr Stroh als das Mittel der mit Ammoniakſalzen gedüngten Stücke.

Dieſer Verſuch wurde im darauf folgenden Jahre in derſelben Gemarkung mit Winterweizen in gleicher Weiſe wiederholt. Das gewählte Feld war 6 Jahre vorher zuletzt mit Stallmiſt gedüngt worden, trug Winterroggen, dann Klee, und hierauf 3 Jahre Hafer. Die Haferſtoppeln wurden umgebrochen, dann noch zweimal gepflügt, und am 12. September 1857 geſäet und untergeeggt an einem Tage; ſogleich nach der Saat fiel ein milder Gewitterregen.

Digitized by Google

Das Feld war in 17 gleiche Parzellen, jede zu 1900 □Fuß, eingetheilt, jede Parzelle durch Furchen von der anderen getrennt, jede besonders gesäet und eingeeggt. Die Guanomenge betrug 18,8 Pfd., und es wurde nach seinem Stickstoffgehalte die Menge der angewendeten Ammoniaksalze berechnet, so zwar, daß, wie im vorhergehenden Versuch, ein jedes Stück eine ganz gleiche Menge empfing. Die Resultate waren folgende:

Versuch in Bogenhausen:

Ernteertrag 1858 Winterweizen

Gedüngt:	Korn	Stroh
mit Guano lieferte	32986	79160 Gr.
„ schwefelsaurem Ammoniak (11,8 Pfund) . . .	19600	41440 „
„ phosphorsaurem Ammoniak (11,9 Pfund) . .	21520	38940 „
„ kohlensaurem Ammoniak (10,6 Pfund) . . .	25040	57860 „
„ salpetersaurem Ammoniak (7,1 Pfund) . . .	27090	65100 „
Ungedüngt	18100	32986 „

Diese Versuche beweisen auf eine evidente Weise die Irrigkeit der Ansicht, welche die Wirkung eines höchst wirksamen stickstoffreichen Düngmittels dem darin vorhandenen Stickstoff vorzugsweise zuschreibt. An der Wirkung dieser Düngmittel hat der Stickstoff Antheil, sie steht aber nicht im Verhältniß zu seinem Stickstoffgehalt.

Wenn das Ammoniak oder die Ammoniaksalze die Erträge eines Feldes erhöhen, so hängt ihre Wirkung von der Beschaffenheit des Bodens ab.

Was hier unter der Beschaffenheit des Bodens gemeint ist, versteht Jedermann; das Ammoniak kann im Boden kein Kali, keine Phosphorsäure, keine Kieselsäure, keinen Kalk erzeugen, und wenn diese Stoffe, welche zur Entwickelung einer Weizenpflanze unentbehrlich sind, im Boden fehlen, so wird das Ammoniak schlechterdings keine Wirkung hervorbringen können, und wenn in Schattenmann's, sowie in den er-

Digitized by Google

wähnten Bogenhäuser Versuchen die Ammoniaksalze keine Wirkung hatten, so beruhte dies nicht darauf, daß sie an sich nicht wirkungsfähig waren, sondern sie waren nicht wirksam, weil es an den Bedingungen ihrer Wirksamkeit gefehlt hat. Lawes und Gilbert setzten diese Bedingungen ihrem Felde zu und machten sie in dieser Weise wirksam.

Die Resultate Kuhlmann's über die Wirkung der Ammoniaksalze auf Wiesen sind ganz ähnlich; er düngte ein Stück Wiese mit schwefelsaurem Ammoniak, und erhielt einen Mehrertrag an Heu über das ungedüngte Stück, weil eine gewisse Menge Phosphorsäure, Kali u. s. w. wirksam wurden, die es ohne die Mitwirkung des Ammoniaksalzes nicht gewesen wären, und als er dem Ammoniaksalz noch phosphorsauren Kalk zusetzte, so wurde dessen Wirksamkeit in außerordentlichem Grade größer, er erhielt:

Ertrag pro Hectare an Heu 1844.

	Durch Düngung mit		Ueber das ungedüngte
1)	250 Kilogr. schwefelsaurem Ammoniak . .	5564 Kilogr.	1744 Kilogr.
2)	333 „ Salmiak mit phosphorsaurem Kalk	9906 „	6086 „
3)	Ungedüngtes Stück	3820 „	— „

Durch das schwefelsaure Ammoniak allein erhielt Kuhlmann hiernach etwas über die Hälfte mehr Heu, als das ungedüngte Stück lieferte, durch die Beigabe von phosphorsaurem Kalk beinah dreimal so viel.

Die Anhänger der Ansicht über die vorzugsweise Wichtigkeit des Stickstoffs des Düngers für den Feldbau hatten sich eine ähnliche Vorstellung über den Grund der Fruchtbarkeit der Felder gebildet.

Wenn in der That die Wirkung eines Düngmittels auf ein Feld bedingt war von einer Bereicherung des Feldes an

Digitized by Google

Stickstoff, so konnte der Grund der Erschöpfung nur auf einer Verarmung an Stickstoff beruhen, und das Düngmittel stellte die Ertragfähigkeit wieder her, wenn dem Felde der in der Ernte entzogene Stickstoff wieder ersetzt wurde. Die ungleiche Fruchtbarkeit der Felder mußte hiernach abhängig sein von einem ungleichen Gehalt an Stickstoff; das daran reichere müßte fruchtbarer sein als das daran arme.

Auch diese Ansicht kam zu einem kläglichen Ende, denn was für die Düngstoffe nicht wahr war, konnte unmöglich wahr für ein Feld sein.

Jeder, welcher mit der chemischen Analyse bekannt ist, weiß, daß unter den Bestandtheilen des Bodens keiner mit größerer Genauigkeit annähernd bestimmt werden kann, als der Stickstoff, und so wurde denn nach der gewöhnlichen Methode der Stickstoff in einem ausgetragenen Boden in Weihenstephan und Bogenhausen bestimmt und auf 10 Zoll Tiefe berechnet:

Das Feld enthielt pro Hectare:

Bogenhausen		Weihenstephan
Kilogr. 5145	—	5801 Stickstoff.

Auf den beiden Feldern wurde 1857 Sommergerste gebaut und folgende Erträge erhalten pro Hectare:

		Bogenhausen	Weihenstephan
Kilogr.	Korn	413	1604
	Stroh	1115	2580
		1528	4184

Bei einem nahe gleichen Stickstoffgehalte lieferte demnach das Weihenstephaner Feld beinahe viermal soviel Korn und mehr wie doppelt soviel Stroh als das Bogenhäuser.

Diese Versuche wurden 1858 in Weihenstephan mit Winter-

Digitized by Google

weizen, in Schleißheim mit Winterroggen wiederholt und ergaben:

Stickſtoffgehalt auf 10 Zoll Tiefe pro Hectare		
	des Schleißheimer Feldes	Weihenſtephaner Feldes
	Kilogr. 2787	5801
	Schleißheim	Weihenſtephan
Kilogr. Korn	115	1699
Kilogr. Stroh	282,6	3030
	397,6	4729

Der Stickſtoffgehalt des Schleißheimer Feldes verhielt ſich zu dem des Weihenſtephaner wie 1 : 2, die Erträge hingegen wie 1 : 14.

Von einer Beziehung des Stickſtoffgehaltes des Bodens zu ſeinem Ertragvermögen kann nach dieſen Thatſachen keine Rede ſein; in der Wirklichkeit hegt auch Niemand dieſe Meinung mehr, denn ſeit Kroker's Verſuchen im Jahre 1846, welcher durch die Beſtimmung des Stickſtoffes in 22 Bodenarten aus verſchiedenen Gegenden gefunden hatte, daß ſelbſt ein unfruchtbarer Sand über hundertmal, andere Ackererden bis zu einer Tiefe von 10 Zoll fünfhundert bis tauſendmal mehr Stickſtoff enthalten, als eine volle Ernte nöthig hat, ſind ähnliche Unterſuchungen in allen Ländern gemacht worden, welche die Ergebniſſe von Kroker beſtätigen.

Es iſt ſeitdem eine ganz allgemein anerkannte Thatſache, daß die große Mehrzahl der cultivirten Felder bei weitem reicher an Stickſtoff als an Phosphorſäure ſind, und daß der relative Stickſtoffgehalt, den man als Maßſtab zur Meſſung des Düngerwerthes gewählt hatte, völlig unanwendbar war für die Beurtheilung der Ertragfähigkeit der Felder.

Digitized by Google

Zwischen der chemischen Analyse der Düngersorten und des Bodens erhob sich damit ein unlösbarer Widerspruch; in dem chemischen Laboratorium konnte der Wirkungswerth des Düngmittels in Procenten des Stickstoffgehaltes genau bestimmt werden, hatte aber der Landwirth seinen Dünger dem Boden einverleibt, so verlor die Bestimmung des Procentgehaltes des Bodens an Stickstoff in Beziehung auf die Beurtheilung seines Ertragvermögens alle Gültigkeit.

Anstatt, daß dieses unverständliche Verhalten Zweifel gegen die Ansicht über die vorzugsweise Wirkung des Stickstoffs hätte erwecken sollen, für welche man, wie bereits bemerkt, nicht den allergeringsten thatsächlichen Beweis hatte, hielten die Vertheidiger dieser Ansicht daran fest und suchten das Verhalten des Bodens durch neue und noch seltsamere Erfindungen zu erklären. Man hatte wahrgenommen, daß ein sehr kleiner Bruchtheil von der im Boden vorhandenen Menge Stickstoff, in der Form von Guano, Stallmist oder Chilisalpeter, die Erträge der Felder wirklich steigerte, während die Wirkung anderer Düngmittel, welche den Stickstoff nicht in der Form von Ammoniak oder Salpetersäure enthielten, der Zeit nach sehr ungleich war, und wie Hornspäne, wollene Lumpen, sehr langsam wirkten; dies führte zu der Annahme, daß der Stickstoff auch in der Ackererde seiner Natur nach ebenso verschieden wie in den Düngmitteln sei; ein Theil sei in der Form von Ammoniak oder Salpetersäure darin enthalten, und dieser sei der eigentlich wirkungsfähige, ein anderer hingegen, in einer besonderen Form, über die man sich keine Rechenschaft gab, wirke gar nicht.

Die Ertragfähigkeit eines Feldes stehe also nicht im Verhältniß zu seinem ganzen Stickstoffgehalte, sondern er könne nur gemessen werden durch seinen Gehalt an Salpetersäure und Ammoniak. Da die Anhänger der Ansicht über die Wirksam-

Digitized by Google

keit des Stickſtoffs ſich daran gewöhnt hatten, von jedem Beweis für die Wahrheit deſſelben Umgang zu nehmen, ſo wurde natürlich auch auf den thatſächlichen Beweis für dieſe Erweiterung derſelben verzichtet. Man glaubte denſelben auf folgende Weiſe führen zu können:

Wenn der Ertrag eines Feldes an Stickſtoff im Korn und Stroh, ſechs, vier, drei oder zwei Procent der ganzen Stickſtoffmenge im Boden ausmachte, ſo war der Grund der, weil das Feld ſechs, vier, drei oder zwei Procent wirkſamen Stickſtoff enthalten habe, die übrigen 94, 96, 97 oder 98 Procent Stickſtoff waren unwirkſamer Stickſtoff.

Den Grund der Wirkung (den wirkſamen Stickſtoffgehalt) erſchloß man mithin aus der Wirkung (dem Stickſtoffgehalt der Erträge); wäre von der ganzen Menge Stickſtoff mehr wirkſam geweſen, ſo hätte man höhere Erträge erhalten, erhielt man niedere Erträge, ſo war es, weil es an wirkſamen Stickſtoff gefehlt hatte. Führte man in dem Guano oder Stallmiſt mehr wirkſamen Stickſtoff zu, ſo wurden die Erträge geſteigert.

Mit dem neuen Maßſtabe für die Beurtheilung der Ertragsfähigkeit des Bodens hatte man den früheren für den Düngerwerth thatſächlich aufgegeben, denn wenn man nur der Salpeterſäure und dem Ammoniak im Boden eine Wirkſamkeit zuerkannte, und allen anderen Stickſtoffverbindungen nicht, ſo war es offenbar nicht zuläſſig, die Stickſtoffverbindungen der Dünger, die kein Ammoniak und keine Salpeterſäure waren, mit dieſen beiden Nährſtoffen in eine Reihe zu ſtellen.

In der Werthreihe der Dünger nahmen aber getrocknetes Blut, Hornſpäne, Leim, die ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile des Repskuchenmehles, lauter Materien, die weder Salpeterſäure noch Ammoniak enthalten, einen hohen Rang ein. Die gün-

Digitized by Google

stige Wirkung dieser Düngmittel war in der Mehrzahl der Fälle unbezweifelbar, aber durch die Analyse bestimmbar war sie nicht. Von zwei Feldern, wovon das eine mit Repskuchenmehl gedüngt worden ist, das andere nicht, liefert das erstere einen höheren Korn- oder Rübenertrag als das andere, ohne daß man im Stande ist, darin mehr Ammoniak als in dem anderen nachzuweisen. Man hatte zwar angenommen, daß die Stickstoffverbindungen in diesen Düngmitteln, das Albumin des Blutes, des Repskuchenmehles, des Leims, nach und nach in Ammoniak übergehen und darum wirken, aber man setzte als selbstverständlich voraus, daß die im Boden vorhandenen sogenannten unwirksamen Stickstoffverbindungen nicht die Fähigkeit besitzen, Ammoniak zu liefern, oder sich zu Salpetersäure zu oxydiren.

Man wußte zwar, daß in zwei Feldern, von denen das eine viel mehr Kalk als das andere enthält, das kalkreichere darum häufig nicht fruchtbarer ist für Klee; Niemand dachte daran, anzunehmen, daß der Kalk in dem kalkreichen in zweierlei Zuständen enthalten sei, in einem wirksamen und unwirksamen, und daß der wirksame Theil des Kalkes den Unterschied in den Kleeerträgen bedingt habe.

Man wußte, daß von zwei Feldern, die man beide mit demselben Knochenmehl düngt, das eine einen höheren Ertrag häufig giebt als das andere, und Niemand dachte daran, anzunehmen, daß die Nichtwirkung des Knochenmehls auf dem anderen Felde darauf beruht habe, weil es in einen Zustand der Unwirksamkeit übergegangen sei.

Man wußte also, daß auf die Erträge eines Feldes der Ueberschuß von keinem einzigen Nährstoff einen Einfluß ausübt, aber für den Stickstoff nahm man an müsse es sich anders verhalten; ein Ueberschuß müßte wirken, und wenn er

Digitized by Google

nicht wirkte, ſo war der Grund nicht im Felde, ſondern in der Beſchaffenheit und in der Natur der Stickſtoffverbindungen gelegen.

Man erkennt hieraus, daß die Anſicht, welche dem Stickſtoff die Hauptwirkung in dem Feldbau zuſchrieb, zu einer beiſpielloſen Begriffsverwirrung und zu den leichtfertigſten und abgeſchmackteſten Vorausſetzungen führte. Keiner von den Anhängern derſelben hatte ſich die mindeſte Mühe gegeben, eine der als unwirkſam angeſehenen Stickſtoffverbindungen aus dem Boden darzuſtellen und ihre Eigenſchaften zu ſtudiren; man ſchrieb ihnen ein Verhalten zu, von dem man ſchlechterdings nichts wiſſen konnte, da man ſie ſelbſt nicht kannte.

Da die Anhänger dieſer Anſicht über die Natur der im Boden vorhandenen Stickſtoffverbindungen nichts zu ſagen wußten, ſo wollen ſie uns glauben machen, daß man überhaupt davon nichts wiſſe, allein für Jeden, der einige Kenntniß der Chemie beſitzt, beſteht über den Urſprung des Stickſtoffs in der Ackererde nicht die geringſte Ungewißheit oder Unklarheit. Der Stickſtoff in der Ackererde ſtammt entweder aus der Luft, welche denſelben der Erde im Regen oder Thau zuführt, oder von organiſchen Stoffen, von Pflanzentheilen, die ſich in Folge einer Reihe von abſterbenden Pflanzengenerationen darin anhäufen, oder von Thierüberreſten, welche die Erde enthält, oder welche der Menſch in der Form von Excrementen derſelben einverleibt hat. Die Excremente der Thiere und Menſchen, die Leichen der Thiere in der Erde, der Menſchen in den Särgen verſchwinden nach einer Reihe von Jahren bis auf ihre unverbrennlichen Beſtandtheile; der Stickſtoff dieſer Beſtandtheile wird zu gasförmigem Ammoniak, welches ſich in der umgebenden Erde verbreitet. Unzählige Lager von Ueberreſten untergegangener Thierorganismen von der größten Ausdehnung, von Thierüberreſten,

Digitized by Google

welche Gebirgslager bilden, oder in Gebirgsarten eingebettet ſich vorfinden, beurkunden die außerordentliche Verbreitung des organiſchen Lebens in früheren Perioden der Erde, und es ſind die in Ammoniak und Salpeterſäure übergegangenen ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile dieſer Thierleiber, welche heute noch in dem Haushalte der Pflanzen- und Thierwelt eine thätige Rolle ſpielen.

Wenn in dieſer Beziehung der mindeſte Zweifel beſtände, ſo würde dieſer durch die Unterſuchungen von Schmid und Pierre als vollkommen beſeitigt angeſehen werden müſſen (Compt. rend. T. XLIX p. 711—715).

Schmid unterſuchte (ſ. Peters Akad. Bull. VIII. 161) mehrere Proben ruſſiſcher Schwarzerde (Tscherno-sem) aus dem Gouvernement Orel, darunter drei von demſelben Felde, deſſen Boden er als „jungfräulichen" bezeichnet, von dem man alſo annehmen kann, daß er niemals landwirthſchaftlich bebaut worden iſt; der Stickſtoffgehalt deſſelben betrug:

Stickſtoffgehalt des Tscherno-sem

unter dem Raſen	0,99	Procent Stickſtoff
4 Werſchok tiefer	0,45	„ „
über dem Untergrunde . . .	0,33	„ „

Nimmt man das Gewicht des Kubikdecimeters dieſer Erde zu 1100 Gramm an, ſo enthielt der Boden, auf die Fläche eines Hectars berechnet,

auf 1 Decimeter Tiefe . .	10890	Kilogr.	Stickſtoff
1 „ tiefer . .	4950	„	„
1 „ tiefer . .	3630	„	„
30 Centimeter tief	19470	Kilogr.	Stickſtoff.

Pierre fand bei ſeiner Unterſuchung eines Bodens in der Nähe von Caen einen Gehalt von 19620 Kilogramm Stick-

Digitized by Google

stoff in einer Hectare in folgender Weise auf einen Meter tief vertheilt:

In der ersten Schicht von			25 Cent.	Tiefe	enthielt	der	Boden	8360	Kilogr.
„ „ zweiten „	„	25—50	„	„	„	„	„	4959	„
„ „ dritten „	„	50—75	„	„	„	„	„	3479	„
„ „ vierten „	„	75—100	„	„	„	„	„	2816	„
								19614	Kilogr.

Die obersten Schichten oder die eigentliche Ackerkrume (etwa 10 Zoll tief) waren also nach beiden Untersuchungen am reichsten an Stickstoff, in den tieferen Schichten nahm der Gehalt desselben ab.

Eine solche Beschaffenheit beweist auf die unzweideutigste Weise den Ursprung des Stickstoffs in der Ackererde.

Wenn die obersten Schichten des Bodens, denen durch die Cultur unaufhörlich Stickstoff entzogen worden ist, mehr Stickstoff als die tieferen enthalten, so folgt daraus von selbst, daß der Stickstoff von Außen her gekommen ist.

Die Analyse der verschiedensten Bodenarten in verschiedenen Ländern und Gegenden zeigen, daß es kaum einen fruchtbaren Weizenboden gibt, der nicht mindestens 5 bis 6000 Kilogramm Stickstoff pro Hectare Feld auf 25 Centimeter Tiefe enthielt und die einfachste Vergleichung der Stickstoffmenge im Boden mit der in den geernteten Früchten hinweggenommenen zeigte, daß diese nur einen sehr kleinen Bruchtheil davon ausmachte, und daß er eher an allen anderen Nährstoffen als an Stickstoff erschöpfbar ist.

Die Versuche von Mayer (Ergebniß landwirthschaftlicher und agriculturchemischer Versuche. München. 1. Heft, S. 129) zeigen, daß das Verhalten der Ackererde gegen Alkalien in wässeriger Lösung keinen Aufschluß giebt über die Natur der darin enthaltenen Stickstoffverbindungen; man hatte angenom-

Digitized by Google

men, daß aller Stickstoff, der in der Erde in der Form von Ammoniak enthalten sei, durch Destillation mit ätzenden Alkalien abscheidbar sein müßte, und daß der nicht abgeschiedene Theil des Stickstoffs kein Ammoniak sein könne. Mayer bewies die Unrichtigkeit dieser Annahme; er fand zuerst, daß manche an humosen Bestandtheilen reiche Erden beim vierstündigen Sieden, was man einem vierstündigen Auslaugen mit siedendem Wasser gleich setzen kann, eine sehr beträchtliche Menge Ammoniak zurückhalten; die zu diesen Versuchen dienenden Erden waren 1. Baumerde aus einem hohlen Baumstamme, 2. an organischen Gemengtheilen reiche Gartenerde aus dem botanischen Garten, 3. strenger Thonboden aus Bogenhausen.

1 Million Milligramm (1 Kilogramm) hielten zurück:

In der Siedhitze . . .	1) Baumerde	2) Gartenerde	3) Thonboden
Milligramm Ammoniak . .	7308	4538	1576

Wenn man eine Ackererde mit einer schwachen Lösung von reinem Ammoniak, oder durch Stehenlassen in einem Raume mit Ammoniakgas oder über kohlensaurem Ammoniak mit diesem Körper sättigt, sodann trocknet und 14 Tage trocken in dünnen Schichten an der Luft liegen läßt, so entweicht alles in der Erde nicht festgebundene Ammoniak, was sich übrigens auch durch fortgesetztes Auswaschen mit kaltem Wasser entziehen läßt. Wenn man nun solche gesättigte Erden, deren Ammoniakgehalt man genau ermittelt hat und kennt, mit Natronlauge der Destillation bei Siedhitze aussetzt, so zeigt sich, daß ein sehr beträchtlicher Theil des absorbirten Ammoniaks auf diesem Wege nicht abscheidbar ist. In dem Folgenden drücken A die Ammoniakmengen aus, welche von verschiedenen Erden bei gewöhnlicher Temperatur absorbirt wurden, B die Ammoniakmengen, welche eben diese Erden nach 12- bis 15stündiger

Digitized by Google

Einwirkung von Natronlauge im Wasserbade zurückgehalten haben.

1 Million Milligramm Erde

	aus Havanna	— Schleißheim	— Bogenhausen	— Thonboden
A. Ammoniak . .	5520	3900	3240	2600
B. „ . .	920	970	990	470

Das Vermögen, von dem absorbirten Ammoniak unter diesen Verhältnissen eine gewisse Menge zurückzuhalten, ist, wie man sieht, sehr ungleich, die Havannaerde (ein magerer Kalkboden) hielt den sechsten, der Schleißheimer Boden den vierten, die Bogenhäuser Erde beinahe den dritten Theil des absorbirten Ammoniaks zurück *).

Es erklärt sich hieraus, warum man aus einer mit Ammoniak gesättigten Ackererde nur einen Theil beim mehrstündigen Erhitzen mit Natronlauge wiederbekommt, und es ist mehr vielleicht die lange Einwirkung des Wassers bei höherer Temperatur, als die chemische Anziehung des Natrons, welche das gebundene Ammoniak allmälig in Gasform abscheidet. Bei

*) Dieses besondere Verhalten kann nicht in Verwunderung setzen, denn es beweist nur, daß das Ammoniak in der Erde zum Theil in einer ganz anderen Form als in der eines Salzes enthalten sei. Die Ammoniaksalze sind Ammoniumverbindungen, welche durch Alkalien, alkalische Erden und Metalloxyde mit größter Leichtigkeit zersetzt werden, indem das Alkali an die Stelle des Ammoniumoxydes tritt, oder das Ammonium von einem andern Metalle vertreten wird; wir haben aber keinen Grund zu glauben, daß das durch eine physikalische Anziehung in der porösen Ackerkrume gebundene Ammoniak seinen Platz einem andern Körper überläßt und durch diesen abscheidbar ist, der nicht eine stärkere Anziehung dazu hat.

Der kohlensaure Kalk übt auf schwefelsaures Ammoniak in der Kälte kaum eine Wirkung aus, allein in einer Ackererde, welche kohlensauren Kalk enthält, wird das Ammoniaksalz vollständig zersetzt, es tritt Kalk an die Stelle des Ammoniaks, aber dieses wird nicht frei, sondern geht eine weitere Verbindung ein, auf welche der Kalk keine Wirkung ausübt.

Digitized by Google

dieser Operation tritt in der That keine Grenze ein, wo die Ammoniakentwickelung aufhört, selbst nach 25 Stunden anhaltender Erhitzung im Wasserbade reagirt die übergehende Flüssigkeit noch alkalisch.

Die obigen Ackererden im natürlichen Zustande verhalten sich gegen siedende Natronlauge genau so, wie wenn sie theilweise mit Ammoniak gesättigt wären. In dem Folgenden drücken A die ganzen Stickstoffmengen in Ammoniak aus, welche durch Glühen mit Natronkalk aus verschiedenen Erden erhalten wurden, B die Ammoniakmengen, welche durch 12- bis 25-stündiges Erhitzen mit Natronlauge daraus abscheidbar waren.

	1 Million Milligramm Erde			
	Havanna	— Schleißheim —	Bogenhausen —	Thonboden
A . . .	2640	4880	4060	2850 Milligramm
B . . .	510	1270	850	830 „

Diese Zahlen führen zu einigen interessanten Betrachtungen, sie zeigen unter anderen, daß der dritte, vierte oder fünfte Theil alles im Boden enthaltenen Stickstoffs in der Form von Ammoniak abscheidbar ist, auch bei dieser Behandlung reagirt nach 25stündigem Destilliren mit Natronlauge das übergehende immer noch alkalisch.

Da man nun aus einer mit Ammoniak gesättigten Erde ein Drittel, ein Viertel oder ein Sechstel von dem zugeführten absorbirten Ammoniak nach fünf- bis sechsstündigem Erhitzen mit Natronlauge zurückbehält und nicht behauptet werden kann, daß der zurückgebliebene Theil seine Natur verändert habe und kein Ammoniak mehr sei, so läßt sich offenbar aus dem Verhalten der Erde im natürlichen Zustande unter denselben Umständen nicht schließen, daß der Stickstoff, den man durch Destillation nicht als Ammoniak erhält, darum nicht als Ammoniak in der Erde enthalten sei.

Digitized by Google

Wenn auch die oben beſchriebenen Verſuche den Beweis nicht in ſich einſchließen, daß aller Stickſtoff im Boden die Form von Ammoniak beſitze (ein Theil iſt ohnedies meiſt als Salpeterſäure darin enthalten), ſo giebt es demungeachtet keinen Gegenbeweis, daß er nicht als Ammoniak darin zugegen ſei.

Für die Erörterung der Frage um die es ſich hier handelt, kommt es auf dieſen Beweis im ſtrengſten Sinne nicht an, ſondern es genügt hier darzuthun, daß das Verhalten des Bodens in Beziehung auf ſeinen Stickſtoffgehalt ganz daſſelbe iſt wie das des Stalldüngers. Nur ein kleiner Theil des Stickſtoffes im Stalldünger läßt ſich durch Deſtillation mit Alkalien abſcheiden, bei weitem der größte Theil kann nur durch zerſetzende Einflüſſe daraus abgeſchieden werden.

Nach Völker's Analyſe enthalten 800 Centner friſcher Stalldünger:

		1854, November.	1855, April.
Stickſtoff		514 Pfunde	712 Pfunde
Ammoniak	frei 27,2	97,6 »	74,4 »
	in Salzen 70,4		

Vergleichen wir damit den Gehalt der Schleißheimer und Bogenhäuſer Erde an abſcheidbarem Ammoniak und an Stickſtoff im Ganzen, ſo haben wir:

800 Centner Ackererde enthalten

	Schleißheim	Bogenhauſen
Stickſtoff	321,6 Pfunde	267,2 Pfunde
worin abſcheidbar Ammoniak	101,6 »	68,0 »

Man ſieht wohl ein, daß wenn zwei an Stickſtoff nicht beſonders reiche Erden eben ſo viel Ammoniak als das gleiche Gewicht Stalldünger enthalten, ſo iſt, wenn man die Wirkſamkeit des Stallmiſtes ſeinem Ammoniakgehalte allein zuſchreiben

Digitized by Google

will, die Unfruchtbarkeit des Schleißheimer Feldes völlig unerklärbar.

Wir nehmen an, daß die ganze Stickstoffmenge im Stalldünger einen bestimmten Antheil an seiner Wirkung hat, und da die stickstoffhaltigen Bestandtheile in der Ackererde ihrem Ursprunge nach identisch mit den Materien sind, welche Bestandtheile der Düngstoffe ausmachen, so ist es unmöglich, den ersteren eine Wirkung zuzuschreiben, die den anderen nicht ebenfalls zukommt.

Thatsache ist, daß die Stickstoffverbindungen im Boden häufig auf die Erträge keine erhöhende Wirkung äußern, während die in den Düngstoffen unbezweifelbar günstig darauf einwirken; es müssen hiernach die Wirkungen der Stickstoffverbindungen im Dünger durch Ursachen bedingt gewesen sein, die in der Erde fehlten, und es ist klar, daß den Stickstoffverbindungen im Boden die nämliche Wirksamkeit gegeben werden kann, wenn der Landwirth dafür Sorge trägt, die Ursachen einwirken zu lassen, welche die günstige Wirkung in den Düngstoffen bedingt haben.

Betrachten wir z. B. die Erträge, welche die beiden, Seite 153 und 156 erwähnten, Schleißheimer Felder im ungedüngten Zustande geliefert haben, und vergleichen wir sie mit der darin enthaltenen Stickstoffmenge, so ergibt sich:

	Gehalt an Stickstoff pro Hectare auf 10 Zoll Tiefe:	Ertrag: Korn	Stroh
im Felde I (S. 156)	1858	2787 Kil.	115 Kil.	282 Kil.
im Felde II (S. 153)	1857	4752 „	644 „	1656 „

Der Anhänger der Ansicht, daß der Stickstoff im Felde die Erträge bedinge, würde die Resultate dieser beiden Versuche etwa in folgender Weise beurtheilen:

Digitized by Google

der Stickstoffgehalt beider Felder verhält sich wie 100 : 160,
die Erträge an Korn wie . . . . . 100 : 560.

Wenn die Erträge im Verhältniß stehen zu der wirksamen Stickstoffmenge im Boden, so ergibt sich, daß der Boden des Feldes II nicht nur im Ganzen, sondern auch im Verhältniß mehr wirksamen Stickstoff enthalten habe als das Feld I. Wenn der Kornertrag im Felde I = 115 Kil. dem Bruchtheil an wirksamen Stickstoff von der Stickstoffquantität = 2787 Kil. entsprach, so würde das Feld II, wenn das relative Verhältniß von wirksamen und unwirksamen Stickstoff darin dasselbe gewesen wäre wie im Felde I, 257 Kil. Korn haben liefern müssen (2787 Kil. Stickstoff : 115 Kil. Korn = 4752 Kil. Stickstoff : 257 Kil. Korn); das Feld II lieferte aber zwei und ein halbmal mehr Korn und die Menge des wirksamen Stickstoffes im Felde II war demnach in eben dem Verhältnisse größer.

Dieser an sich sehr einfachen Erklärung steht aber die Thatsache entgegen, daß diese beiden Felder in den nämlichen Jahren mit Kalksuperphosphat (aus Phosphorit dargestellt) gedüngt (s. Seite 156 und 153), folgende Erträge lieferten:

	Ertrag pro Hectare Korn	Stroh
1858 das Feld I gedüngt mit Kalksuperphosphat	654 Kil.	1311 Kil.
1857 „ II „ „ „	1301 „	3813 „

Durch Zufuhr von drei Nährstoffen, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Kalk, ohne irgend einer Vermehrung der Stickstoffmenge im Boden, wurde demnach auf dem Felde I mit einem Gehalte von 2787 Kil. Stickstoff eben so viel Korn geerntet als auf dem Felde II mit 4752 Kil. Stickstoff. Es war demnach in dem ersteren eben so viel wirksamer Stickstoff als in dem anderen, allein es fehlte in diesem Felde an gewissen anderen Stoffen, welche unumgänglich nothwendig waren, um eine Wirkung her-

Digitized by Google

vorzubringen; seine Wirkungsfähigkeit zeigte sich erst, als diese dem Felde gegeben wurden. In gleicher Weise zeigte der günstige Einfluß des Superphosphates auf das Feld II, daß der Ertrag dieses ungedüngten Stückes seinem Gehalte an wirksamen Stickstoff gleichfalls nicht entsprach, insofern dieser durch die Zufuhr dieses Düngmittels ebenfalls um mehr als das Doppelte stieg. Und als man dem Superphosphat auf dem Felde I noch 137 Kil. Kochsalz und 755 Kil. schwefelsaures Natron beigab, so zeigte sich eine neue Steigerung, d. h. es wurden jetzt 700 Kil. Korn und 1550 Kil. Stroh, eine noch größere Quantität von scheinbar wirkungslosem Stickstoff, wirkungsfähig gemacht.

Der verständige Landwirth, welcher über Fragen dieser Art nachdenkt, wird von selbst darauf geführt werden, daß zwischen den Erfahrungen der Praxis oder die er selbst gemacht hat und den Ansichten der Schule, die sie zu erklären sucht, ein wesentlicher Unterschied bestehen kann. Wenn die Praxis sagt, daß Stalldünger, Guano, Knochenmehl in diesen oder jenen Fällen die Erträge wiederhergestellt oder erhöht haben, so kann niemand behaupten, daß diese Thatsachen nicht wahr, unzuverlässig oder unsicher seien; die Wahrnehmungen des praktischen Mannes gehen aber über diese Thatsachen nicht hinaus, er hat nicht beobachtet, daß das Ammoniak im Stalldünger den hohen Ertrag hervorgebracht habe, oder das Ammoniak im Guano oder der Stickstoff in dem salpetersauren Natron, dies alles ist ihm glauben gemacht worden durch Personen, die es selbst nicht wußten.

Gewiß ist es eine der auffallendsten Erscheinungen, der man in keinem Gewerbe und in keiner Industrie begegnet, daß der Landwirth in der großen Mehrzahl der Fälle Vorstellungen oder Ansichten hegt, für deren Wahrheit er keine Beweise hat, ja

Digitized by Google

daß ihm der Sinn für die Prüfung ihrer Richtigkeit völlig abzugehen ſcheint; es iſt ganz unverſtändlich, daß er Thatſachen, die nicht von ihm ſelbſt auf ſeinem Grund und Boden, ſondern in ganz anderen Gegenden beobachtet worden ſind, eine Beweiskraft beilegt, die für ſein Feld zum Mindeſten zweifelhaft iſt.

Wenn ſich nur einer von tauſend Landwirthen entſchloſſen hätte, in den letzten 10 Jahren Verſuche auf ſeinem eigenen Felde mit Ammoniak oder mit Ammoniakſalzen zur Prüfung der Anſicht anzuſtellen, ob denn wirklich dieſer Düngſtoff vorzugsweiſe vor jedem anderen nützlich zur Steigerung ſeiner Kornerträge ſei, wie ſchnell und leicht wären alle anderen jetzt zu einer ganz ſichern Würdigung von deſſen wahren Werth gekommen.

Die einfachſte Ueberlegung, daß keiner der Pflanzen-Nährſtoffe für ſich eine Wirkung auf das Wachsthum einer Pflanze ausübt und daß eine Anzahl anderer dabei ſein müſſen, wenn er ernähren ſoll, hätte ihm die Ueberzeugung beibringen müſſen, daß es ſich mit dem Stickſtoff nicht anders verhalten und daß der Werth eines Düngmittels nicht gemeſſen werden könne durch ſeinen Stickſtoffgehalt, denn dieß ſetzt voraus, daß demſelben eine Wirkung zukomme, die ſich unter allen Verhältniſſen äußern müſſe, und daß das Geld, was der Landwirth für dieſen Zukauf ausgibt, ihm jederzeit eine entſprechende Einnahme verbürgt.

Wenn ihm nun ſein geſunder Menſchenverſtand ſagt, daß eine ſolche Vorausſetzung unmöglich iſt und er nur ſeine Augen zu öffnen hat, nur an unzähligen Thatſachen wahrzunehmen, daß das Ammoniak keine Ausnahme macht von anderen Nährſtoffen, ſo wird er von ſelbſt darauf kommen, daß die große Maſſe Stickſtoff in ſeinem Felde nicht wirkungsunfähig wegen eines ihm eigenen Zuſtandes, welcher wiſſenſchaftlich unerforſch-

Digitized by Google

bar und unerklärlich iſt, ſondern daß er wirkungslos iſt, wie Phosphorſäure, Kali, Kalk, Bittererde, Kieſelſäure, Eiſen wirkungslos ſind, wenn es an einer der Bedingungen ihrer Aufnahmsfähigkeit im Boden mangelt.

Die Anſicht, daß die weitaus größte Maſſe Stickſtoff im Boden unfähig zur Pflanzenernährung ſei, iſt durch die Thatſache nicht beweisbar, daß die Erträge der Felder nicht im Verhältniß ſtehen zu deren Stickſtoffgehalte; wäre dieß der Fall, ſo müßten alle Felder an allen anderen Bedingungen des Pflanzenwuchſes gleich reich ſein und allerorts die nämliche geologiſche und mechaniſche Beſchaffenheit beſitzen; dieſe Annahme iſt aber unmöglich, denn es gibt auf der ganzen Erdoberfläche nicht zwei Gegenden, deren Felder in dieſer Beziehung identiſch ſind.

Dieſe Anſicht muß nicht nur deshalb mit aller Strenge zurückgewieſen werden, weil ſie falſch im Allgemeinen und niemals, auch nicht für einen einzelnen Fall, bewieſen iſt, ſondern noch viel mehr ihres ſchädlichen Einfluſſes wegen, den ſie auf die Handlungsweiſe des Landwirthes ausübt; denn da ſie in ſeinem Geiſte die Vorſtellung erweckt, daß es unmöglich ſei, dem Stickſtoffvorrathe in ſeinem Boden die fehlende Wirkſamkeit zu geben, ſo wird er gar nicht daran denken können, auch nur zu verſuchen, denſelben wirkſam zu machen. Von der Erfolgloſigkeit, den Schatz, der in ſeinem Felde liegt, zu heben, im Voraus überzeugt, hebt er ihn nicht.

Wenn die genaue Beobachtung der Cultur im Großen, ganzer Länder und Welttheile ſeit Jahrhunderten und noch überdieß ganz ſicher feſtgeſtellte Thatſachen es wahrſcheinlich machen, daß eine Quelle der Stickſtoffnahrung beſteht, welche macht, daß ein Culturfeld jedes Jahr ohne Zuthun des Landwirthes einen Theil und in einer Rotation die ganze Menge von dem Stickſtoff wieder empfängt, den man ihm in den Ernten genommen

Digitized by Google

hat, daß es alſo an jedem der anderen Nährſtoffe, ſo groß auch ihr Vorrath im Boden ſein mag, erſchöpfbar iſt, weil ſie nicht von ſelbſt dem Boden wieder zufließen, aber niemals an Stickſtoff, ſo iſt es doch gegen alle Regeln der Logik, in irgend einem gegebenen nicht näher unterſuchten Falle die Erſchöpfung eines Feldes vor allem Anderen einem Verluſte an Stickſtoff zuzuſchreiben!

Der handgreifliche Vortheil des Landwirthes, wenn es ſein Verſtand nicht thut, verlangt von ihm gebieteriſch, ſo ſollte man glauben, daß er mit allen ſeinen Kräften und Mitteln ſich bemühe, die Ueberzeugung von der Richtigkeit dieſer Thatſache zu gewinnen und zu erfahren ſuche, wie viel Stickſtoffnahrung ihm die Atmoſphäre jährlich erſetzt. Denn wenn er weiß, auf wie viel er im Ganzen von dieſer Quelle aus rechnen kann, ſo wird es ihm leicht ſein, ſeinen Betrieb in der für ihn lohnendſten Weiſe einzurichten; führt ihm dieſe Quelle die ganze Quantität Stickſtoff wieder zu, die er in ſeiner Rotation ſeinem Felde nimmt, ſo wird ihn dieß zum Nachdenken über die Mittel führen, die er anzuwenden hat, um mit dem Vorrathe, den er jährlich in ſeinem Stallmiſte ſammelt, ſeine ganze Wirthſchaft im gedeihlichſten Gange zu erhalten, ohne irgend eine Ausgabe für den Ankauf von Stickſtoffnahrung für ſeine Pflanzen zu machen; erfährt er, daß die Atmoſphäre ſeinen Feldern nur einen Theil von dem erſetzt, was er ihnen genommen hat, und weiß er mit Beſtimmtheit, wieviel dieſer Theil beträgt, ſo wird er, wenn er es vortheilhaft findet, das Fehlende mit bewußter Sparſamkeit zu ergänzen wiſſen, oder er wird ſeinen Betrieb ſo einrichten, daß ſeine Ausfuhr ſtets gedeckt durch die Zufuhr aus natürlichen Quellen iſt.

Alle Fortſchritte in der Induſtrie haben einen beſtimmten Werthmeſſer in dem Preis der Produkte, und kein verſtändiger

Digitized by Google

Mann wird die Aenderung eines Betriebsverfahrens eine Verbesserung nennen, wenn der Preis der Produkte die Kosten ihrer Erzeugung nicht deckt. Wenn der Preis des Guanos eine gewisse Grenze übersteigt, wenn der damit erzielte Ertrag nicht im richtigen Verhältniß steht zur Ausgabe an Kapital und Arbeit, so schließt dieß ganz von selbst dessen Anwendung aus.

Von diesem Gesichtspunkte aus hätte man in der Landwirthschaft längst zur Einsicht kommen können, daß die Frage über die Nothwendigkeit der Zufuhr von Ammoniak zur Steigerung unserer Kornerträge zugleich die in sich einschließt, ob überhaupt ein Fortschritt in dieser Beziehung im landwirthschaftlichen Betriebe möglich ist oder nicht.

Es werden nur wenige Betrachtungen nöthig sein, um dem denkenden Landwirth die Ueberzeugung beizubringen, die ich selbst hege, daß nämlich, wenn die Vermehrung der Produktion abhängig sein sollte von der Vermehrung der Stickstoffnahrung im Boden, man von vornherein auf eine jede Verbesserung verzichten muß; ich für meinen Theil glaube vielmehr, daß der Fortschritt nur möglich und erzielbar ist durch die Beschränkung auf das Stickstoffkapital, welches der Landwirth auf seinem Grund und Boden zu sammeln vermag, durch den möglichsten Ausschluß, mithin von aller Stickstoffnahrung durch Zukauf.

Alle Versuche von Lawes in England haben durchschnittlich ergeben, daß für ein Pfund Ammoniaksalz im Dünger zwei Pfund Weizenkorn geerntet werden können.

Dieses Resultat wurde, wie man wohl beachten muß, auf einem Felde erhalten, von welchem ein Acre ohne alle Düngung sieben Jahre nach einander 1125 Pfd. Korn und 1756 Pfd. Stroh zu liefern vermochte, sodann daß alle mit Ammoniak-

Digitized by Google

salzen gedüngten Stücke Phosphate und kieselsaures Kali gleichfalls empfangen hatten *).

Durchschnittlich düngte Lawes seine Felder mit 3 Ctrn. Ammoniaksalzen, und er erntete damit die Hälfte mehr Korn, als das ungedüngte Stück geliefert hatte.

Wir wollen nun annehmen, daß der gewonnene Mehrertrag ausschließlich bedingt gewesen sei durch die Ammoniaksalze, wir wollen ferner voraussetzen, daß alle Felder unerschöpflich seien an Phosphorsäure, Kali, Kalk ꝛc., daß also die fortdauernde Anwendung der Ammoniaksalze keine Erschöpfung des Bodens nach sich ziehe, und berechnen, wie viel dem Gewicht nach das Königreich Sachsen etwa an Ammoniaksalzen nöthig hätte, um die Hälfte mehr Korn zu ernten, als die ungedüngten Felder liefern, so ergibt sich Folgendes: Das Königreich Sachsen umfaßte 1843 1,344,474 Acker (1 Acker = 1,368 engl. Acre) Ackerland (Weinberge, Gärten und Wiesen ausgeschlossen); nimmt man an, daß jeder Acker in zwei Jahren eine Kornernte liefern soll und zu dessen Düngung vier Centner Ammoniaksalz verwendet werden müssen, so würde das Königreich Sachsen jährlich 2,688,958 Centner Ammoniaksalze = 134,447 Tons bedürfen.

Ein Jeder, welcher nur einige Kenntniß der chemischen Fabrikation besitzt und weiß, aus welchen Rohmaterialien (thierische Abfälle und Gaswasser) die Ammoniaksalze fabricirt werden, wird sogleich erkennen, daß alle Fabriken in England, Frankreich und Deutschland zusammen noch nicht den vierten Theil

*) Lawes sagt hierüber (J. of the r. agr. tri. of E. T. V, 14, p. 282), daß zur Erzeugung von einem jeden Büschel Weizenkorn (= 64 bis 65 Pfd., worin 1 Pfd. Stickstoff), welches der Boden über sein natürliches Ertragsvermögen liefern soll, 5 Pfd. Ammoniak erforderlich seien (= 16 Pfd. Salmiak oder 20 Pfd. schwefelsaures Ammoniak); er fügt hinzu, daß übrigens in keinem einzigen Versuch der erzielte Mehrertrag dieser Schätzung entsprochen habe.

Digitized by Google

der Ammoniaksalze zu erzeugen vermögen, welches ein verhältnißmäßig sehr kleines Land nöthig haben würde, um seine Produktion in der angegebenen Weise zu steigern.

Wieviel Ammoniaksalze bei gleichmäßiger Vertheilung, auf die deutschen Bundesstaaten Oestreichs mit 11 Millionen Jochen (1 Joch = 1,422 Acre engl.) Ackerland, auf Preußen mit 33 Millionen Morgen (1 Morgen = 0,631 Acre engl.), auf Bayern mit 9 Millionen Tagwerke (1 Tagwerk = 0,842 Acre engl.) Ackerland kommen würde, ist leicht zu berechnen, auch wenn es möglich wäre, die Ammoniaksalzproduktion zu vervierfachen, so würde dieß keinen irgend erheblichen Einfluß auf die Erträge haben.

Das wohlfeilste Ammoniak wird nach Europa in dem peruvianischen Guano eingeführt, welcher, sehr hoch angeschlagen, durchschnittlich 6 Proc. enthält.

Wenn wir uns denken, daß auf Jahrhunderte hinaus den europäischen Culturländern, welche vorzugsweise Guano verbrauchen (ich nehme dazu England, Frankreich, die skandinavischen Länder, Belgien, Niederlande, Preußen und die deutschen Staaten, ohne Oestreich, mit 120 Millionen Bewohner), jedes Jahr 6 Millionen Ctr. (= 300,000 tons à 20 Ctr.) Peruguano und darin 360,000 Ctr. Ammoniak zugeführt werden könnten, und daß es möglich wäre, mit fünf Pfunden Ammoniak 65 Pfd. Weizenkorn oder Kornwerth mehr mit den vorhandenen Mitteln zu erzeugen, so würde das mehrerzeugte Korn gerade ausreichen, um jedem Kopf der Bevölkerung für zwei Tage im Jahre jeden Tag 2 Pfd. Korn zuzulegen.

Nehmen wir zur Ernährung eines Menschen durchschnittlich 2 Pfd. Korn oder Kornwerth an, so macht dieß im Jahre 730 Pfd.; nach der eben gemachten Annahme würden 36 Millionen Pfunde Ammoniak dreizehnmal soviel, = 468 Millionen

Pfunde Korn oder Kornwerthe, hervorbringen, womit 641,000 Menſchen ein Jahr lang ernährt werden könnten.

Wenn die Bevölkerung Englands und Wales jährlich nur um 1 Proc. zunimmt, ſo macht dies jährlich 200,000 Menſchen, in drei Jahren 600,000 Menſchen aus, und die mit Hülfe des in 6 Millionen Centnern Guano von Außen zugeführten Ammoniaks hypothetiſch erzeugbaren Kornwerthe würden nur wenige Jahre ausreichen zur Ernährung des Zuwachſes der Population in England und Wales!

Und wie würde es ſechs, neun Jahre nachher in England oder Europa ausſehen, wenn wir zur Ernährung der ſteigenden Bevölkerung wirklich auf die Zufuhr von Ammoniak von Außen angewieſen wären? Würden wir in 6 Jahren 12 Millionen und in 9 Jahren 18 Millionen Centner Guano zuführen können?

Wir wiſſen mit größter Beſtimmtheit, daß die Quelle von Ammoniak im Guano in wenigen Jahren verſiegt ſein wird, daß wir keine Ausſicht haben, eine neue und reichere zu entdecken, daß die Bevölkerung nicht nur in England, ſondern in allen europäiſchen Ländern um mehr als 1 Procent jährlich zunimmt, und daß zuletzt in eben dem Verhältniſſe, als die Population in den Vereinigten Staaten, in Ungarn ꝛc. ſich vermehrt, eine entſprechende Verminderung der Kornausfuhr aus dieſen Ländern die Folge ſein muß; man wird wohl nach dieſen Betrachtungen die Hoffnung völlig eitel finden, die Erträge eines Landes durch Ammoniakzufuhr ſteigern zu können.

In Deutſchland koſtet das Pfund Weizenkorn gegenwärtig 4 Kr., das Pfund ſchwefelſaures Ammoniak 9 Kr., und wenn es möglich wäre, mit einem Pfunde dieſes Salzes, unſeren gewöhnlichen Düngmitteln zugeſetzt, 2 Pfd. Weizenkorn mehr zu erzeugen, ſo würde demnach der deutſche Landwirth für eine Ausgabe von einem Gulden in Silber, 53 Kr. in Korn zurückempfangen.

Digitized by Google

Dieses Verhältniß der Ausgabe zur Einnahme ist offenbar in der Praxis wohl bekannt, denn bis zu diesem Augenblick sind die Ammoniaksalze in keinem Lande und an keinem Orte in Anwendung gekommen, und wenn auch jetzt noch manche Düngerfabrikanten ihren Produkten eine gewisse Menge von Ammoniaksalzen zusetzen, so geschieht dies hauptsächlich der Vorliebe wegen, welche die Landwirthe dafür hegen, aber keiner ist im Stande anzugeben, welchen Nutzen dieser Zusatz ihnen gebracht hat. Dieses Vorurtheil wird allmälig von selbst schwinden, wenn sie gelernt haben werden, die Stickstoffnahrung, welche ihren Feldern ohne ihr Zuthun zufließt, in der rechten Weise zu verwenden.

Der große Reichthum des Bodens an Stickstoffnahrung, die Vermehrung derselben in einem gutcultivirten Boden, die Untersuchungen des Regenwassers und der Luft, alle Thatsachen in der Cultur im Großen weisen darauf hin, daß auch bei dem intensivesten Betriebe der Boden an Stickstoffnahrung nicht verarmt und daß mithin ein Kreislauf des Stickstoffes ähnlich wie der des Kohlenstoffes besteht, welcher dem Landwirthe die Möglichkeit darbietet, sein wirksames Stickstoffkapital im Boden zu vermehren.

Die außerordentliche Wirkung des Kalksuperphosphates auf die Erhöhung der Korn-, Rüben- und Kleeerträge beinahe ausnahmslos auf allen deutschen Feldern, auf denen diese stickstofflosen Düngmittel angewendet wurden, ebenso die des neuerdings eingeführten Baker- und Jarvis-Guanos*) (Guanosorten, die eben-

*) Nach einer Mittheilung in dem Amtsblatt Nr. 3 vom 1. März 1862 für die landwirthschaftlichen Vereine in Sachsen wurden 1861 die folgenden Erträge pro Acker erhalten:

	Weizen Korn	Stroh
3 Ctr. Jarvis-Guano lieferten	2244 Pfd.	4273 Pfd.
3 „ Baker- „ „	2929 „	5022 „
6 „ gedämpftes Knochenmehl . . .	3015 „	4755 „
ungedüngt	1955 „	3702 „

falls kein Ammoniak enthalten), die des Kalks, der Kalisalze, des Gypses ꝛc. zeigen unzweifelhaft, daß eine Anhäufung von Stickstoffnahrung stattgefunden hat, deren Ursprung bis vor Kurzem völlig dunkel geblieben war.

Für einen theilweisen Ersatz an Stickstoffnahrung durch Luft und Regen hatten wir Gründe genug, eine Vermehrung war aber unerklärt, weil diese eine Erzeugung von Ammoniak und Salpetersäure aus dem Stickstoff der Luft voraussetzte, für die wir durchaus keine Thatsachen besaßen. In der jüngsten Zeit ist diese Quelle der Zunahme der Stickstoffnahrung der Pflanzen von Schönbein entdeckt und das Räthsel in der unerwartetsten Weise gelöst worden.

In seinen Untersuchungen über den Sauerstoff fand Schönbein, daß der weiße Rauch, den ein Stück feuchter Phosphor in der Luft verbreitet, nicht, wie man bisher glaubte, phosphorige Säure, sondern salpetrigsaures Ammoniak ist; ich selbst hatte Gelegenheit, mich von dieser Thatsache durch einen mit Versuchen begleiteten Vortrag von Schönbein in München im Sommer 1860 zu überzeugen; Schönbein hat es wahrscheinlich gemacht, daß hierbei der Stickstoff der Luft durch eine Art von Induction sich mit drei Aeq. Wasser verbindet, wodurch auf der einen Seite salpetrige Säure und auf der anderen Ammoniak entsteht, sowie man denn weiß, daß durch den Einfluß einer höheren Temperatur das salpetrigsaure Ammoniak in Wasser und Stickgas zerfällt; das Auffallende hierbei ist, daß dieses Salz unter Umständen gebildet wird, von denen man glauben sollte, daß sie seine Entstehung geradezu verhindern müßten, allein die Bildung von Wasserstoffhyperoxyd, welches so leicht durch die Wärme zersetzt wird, bei der langsamen Oxydation des Aethers, die von einer merklichen Wärmeentwicklung be-

Digitized by Google

gleitet ist, ist eine nicht minder sichere und bis jetzt ebenso unerklärte Thatsache.

Die Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak bei diesem langsamen Oxydationsprocesse machte es wahrscheinlich, daß sie überall auf der Erdoberfläche, wo der Sauerstoff eine Verbindung eingeht, statthaben müsse, und daß also derselbe Proceß, in welchem der Kohlenstoff in Kohlensäure verwandelt wird, eine stets sich erneuernde Quelle von Stickstoffnahrung für die Pflanzen ist.

Bald darnach zeigte Kolbe (Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 119, S. 176), daß wenn man eine Wasserstoffgasflamme in dem offenen Halse eines mit Sauerstoff gefüllten Kolbens brennen läßt, sich der innere Raum desselben mit den rothen Dämpfen der salpetrigen Säure anfüllt *).

Ferner beobachtete Bouffingault, daß das beim Verbrennen von Leuchtgas in der Gasmaschine von Lenoir erhaltene Wasser Ammoniak und Salpetersäure enthielt, und kürzlich erwähnt Böttger in dem Jahresberichte des physikalischen Vereins in Frankfurt a. M. (Sitzung vom 2. November 1861), daß nach seinen Versuchen nicht nur bei der Verbrennung des Wasserstoffes in der Luft, sondern überhaupt beim Verbrennen kohlenwasserstoffhaltiger Stoffe neben Wasser und Kohlensäure immer eine gewisse Quantität salpetrigsaures Ammoniak gebildet werde. Beinahe gleichzeitig mit dieser Note erhielt ich von Schönbein die briefliche Nachricht von ganz identischen Resultaten, die er auf dem gleichen Wege erhalten hat, so daß also über die Richtigkeit dieser Thatsache kein Zweifel obwalten kann.

Der praktische Landwirth, welcher die Verbesserung seines

*) Die Bildung von salpetriger Säure bei eudiometrischen Versuchen ist früher schon bekannt gewesen.

Betriebes ernstlich will und anstrebt, muß durch diese unbezweifelbaren Thatsachen zu dem Entschlusse veranlaßt werden, über die Wirkung des Stickstoffes in seinen Düngmitteln zur vollständigsten Klarheit zu kommen; ehe er die Ueberzeugung gewonnen hat, daß die Atmosphäre und der Regen seinem Felde wirklich soviel Stickstoffnahrung zuführen als wie die Pflanzen, die er baut, bedürfen, wird ihm Niemand zumuthen wollen, auf die Zufuhr von Ammoniak von Außen zu verzichten. Die Meinung, daß der Landwirth seinen Feldern ein Maximum von Fruchtbarkeit geben könne, ohne allen Zuschuß von Stickstoffnahrung von Außen, sagt nicht, daß er auf die Stallmistwirthschaft verzichten dürfe, sondern sie schließt das Bestehen derselben in sich ein und beruht darauf.

Für die Wiederherstellung oder Erhöhung des Ertragvermögens seiner erschöpften Getreidefelder ist es unbedingt nothwendig, daß die Ackerkrume einen Ueberschuß an allen Nährstoffen der Halmpflanzen enthalte, also auch von Stickstoffnahrung, aber von keinem einzeln im Verhältnisse mehr als von den anderen; sie nimmt an, daß der Landwirth durch die richtige Wahl seiner Fruchtfolge, das ist durch das richtige Verhältniß der Korn- und Futteräcker, stets in der Lage sei, beim sorgfältigen Zusammenhalten des Ammoniaks in seinem Stallmist und Vermeidung alles unnöthigen Verlustes die Ackerkrume mit einem solchen Ueberschuß an Stickstoffnahrung zu versehen, als wie dem Verhältnisse der anderen darin vorräthigen Nährstoffe entspricht, und daß die Atmosphäre ihm jährlich ersetzt, was er in seinen Feldfrüchten ausführt.

Was die Atmosphäre und der Regen an Stickstoffnahrung zuführen, ist im Ganzen entsprechend für seine Culturpflanzen, aber der Zeit nach für Viele nicht genug. Manche Gewächse bedürfen, um ein Maximum an Ertrag zu geben, während ihrer

Digitized by Google

Vegetationszeit weit mehr, als was ihnen in dieser Zeit durch Luft und Regen dargeboten wird, und der Landwirth benutzt darum die Futtergewächse als Mittel zur Erhöhung der Erträge seiner Kornfelder. Die Futtergewächse, welche ohne stickstoffreichen Dünger gedeihen, sammeln aus dem Boden und verdichten aus der Atmosphäre in der Form von Blut- und Fleischbestandtheilen das durch diese Quellen zugeführte Ammoniak; indem er mit den Rüben, dem Kleeheu ꝛc. seine Pferde, Schaafe und sein Rindvieh ernährt, empfängt er in ihren festen und flüssigen Excrementen den Stickstoff des Futters in der Form von Ammoniak und stickstoffreichen Produkten und damit einen Zuschuß von stickstoffreichem Dünger, oder von Stickstoff, den er seinen Kornfeldern gibt.

Die Regel ist, daß der Landwirth gewissen Pflanzen von schwacher Blatt- und Wurzelentwickelung und kurzer Vegetationszeit in Quantität im Dünger zuführen muß, was ihnen an Zeit zur Aufnahme aus natürlichen Quellen mangelt.

Was die Anhäufung von Stickstoffnahrung durch Stallmistdüngung in der obersten Bodenschicht betrifft, welche für das volle Gedeihen der Halmgewächse besonders wichtig ist, so erkennt man leicht, daß diese wesentlich abhängt von dem Gedeihen der Futtergewächse.

Die ungedüngten Felder in den sächsischen Versuchen

	lieferten im Ganzen: Stickstoff	verloren durch Ausfuhr: Stickstoff	empfingen im Stallmiste: Stickstoff	Erträge an Kleeheu
1851 bis 1854	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Cunnersdorf . .	342,4	78,4	263,6	9144
Mäusegast . . .	279,5	84,1	175	5538
Kötitz	160,9	54,8	106,1	1095
Oberbobritzsch .	127,7	57,2	70,5	911

Digitized by Google

Man bemerkt leicht, daß die Stickstoffmengen, welche dem Felde abgewonnen und in der Form von Stallmist wieder zugeführt werden konnten, sich nicht genau, aber doch bemerkbar genug wie die Kleeheuerträge verhielten, welche das Feld geliefert hatte, und es kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, daß der Landwirth, der für das Gedeihen seiner Futtergewächse die richtigen Wege einschlägt, damit auch die Mittel erhält, die Ackerkrume seiner Felder mit einem Ueberfluß an Stickstoffnahrung für seine Kornpflanzen zu bereichern.

Es ist damit nicht gesagt, daß ein jeder Landwirth immer und allezeit auf die Zufuhr von Ammoniak von Außen verzichten solle, denn die Felder sind ihrer Natur nach so außerordentlich verschieden, daß wenn man auch behaupten kann, daß die weitaus größte Zahl derselben keines Ersatzes an Stickstoffnahrung bedarf, so gilt dies nicht für alle ohne Unterschied. In einem Boden, welcher reich an Kalk und humosen Materien ist, wird in Folge des Verwesungsprocesses in der Ackerkrume eine gewisse Menge des in der Erde gebundenen Ammoniaks in Salpetersäure verwandelt, welche die Erde nicht zurückhält, sondern in der Form eines Kalk- oder Bittererdesalzes in die tieferen Schichten geführt wird. Dieser Verlust kann unter Umständen sehr viel mehr betragen, als die Atmosphäre ersetzt, und für solche Felder wird eine Zufuhr von Ammoniak stets von Nutzen sein; auch gilt dies für gewisse Felder, welche lange Jahre nicht bebaut worden waren und in denen, durch die Wirkung der eben angedeuteten Ursachen, der einst vorhandene nothwendige Ueberschuß von Stickstoffnahrung allmälig verzehrt worden ist, auf diese bringt, beim Beginn der Cultur derselben, eine Düngung mit stickstoffreichen Düngmitteln einen ganz besonders günstigen Erfolg hervor; später ist auch für diese die Zufuhr nicht mehr nöthig.

Digitized by Google

Was in dem Geiste des Landwirthes in der Regel ein günstiges Vorurtheil für die stickstoffreichen Düngmittel erweckt, dies ist bei solchen vergleichenden Versuchen, bei Anwendung derselben, die große Ungleichheit in dem Aussehen der jungen Saaten; die Halmpflanzen auf den mit Guano oder mit Chilisalpeter gedüngten Feldern zeichnen sich vor anderen durch ein tiefes Grün, durch breitere und zahlreichere Blätter aus, aber die Ernte entspricht in der Regel bei weitem nicht den Erwartungen, welche das gute Aussehen versprach. Auf einem an Stickstoffnahrung überreichen Felde tritt eine Art von Vergeilung bei ihrem ersten Wachsthum wie in einem Mistbeete ein; die Blätter und Halme sind wasserreich und weich, sie hatten in ihrem übereilten Wachsthum nicht Zeit genug, um gleichzeitig die gehörige Menge derjenigen Stoffe aus dem Boden aufzunehmen, welche, wie Kieselsäure und Kalk, ihren Organen eine gewisse Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen äußere fremde Ursachen geben, die ihren Lebensproceß gefährden; die Halme gewinnen nicht die gehörige Steifheit und Stärke und legen sich, namentlich auf Kalkboden, leicht um.

Besonders auffallend ist dieser schädliche Einfluß wahrnehmbar bei der Kartoffelpflanze, die, auf einem an Stickstoffnahrung überreichen Boden wachsend, beim plötzlichen Sinken der Temperatur und eintretender Nässe häufig der sogenannten Kartoffelkrankheit verfällt, während ein daneben liegender Kartoffelacker, der einfach mit Asche gedüngt worden ist, keine Spur davon erkennen läßt.

Unter allen den zahllosen Versuchen, welche in der verflossenen Zeit von den Landwirthen angestellt wurden, um ihre Felder zu verbessern, wird man keinen einzigen finden, welcher dahin gerichtet gewesen wäre, die Beschaffenheit ihrer Felder kennen zu lernen oder Beweise für die Richtigkeit ihrer einmal

Digitized by Google

angenommenen Vorstellungen oder Ideen zu suchen; der Grund der Gleichgültigkeit gegen Beweise für ihre Ansichten liegt wesentlich darin, daß der praktische Mann in seinem Betriebe geleitet wird, nicht durch Ideen, sondern durch Thatsachen, wie dies bei den Handwerkern geschieht, und es sonach völlig gleichgültig für ihn ist, ob die Theorie, oder was er so nennt, richtig ist oder nicht, denn er richtet seine Handlungen darnach nicht ein.

Viele Tausende von Landwirthen, welche nicht die geringste Vorstellung von der Ernährung der Pflanzen oder der Zusammensetzung der Dünger haben, wenden Guano, Knochenmehl und andere Düngmittel auf ihren Feldern ganz mit demselben Erfolg und mit eben dem Geschick als andere an, welche diese Kenntnisse besitzen, ohne daß diese Letzteren durch ihr Wissen, weil es nicht das rechte Wissen ist, einen erheblichen Vortheil voraus haben; die chemischen Analysen der Dünger z. B. dienen weit mehr als Maßstab für ihre Reinheit und zur Beurtheilung ihres Preises, als wie als Mittel zur Beurtheilung ihrer Wirkung auf das Feld.

In England ist das Knochenmehl ein halbes Jahrhundert im Gebrauche gewesen und als Düngmittel geschätzt worden, ohne daß man nur eine Vorstellung davon hatte, auf was seine Wirkung beruhte, und als man später die falsche Ansicht annahm, daß diese auf dem stickstoffhaltigen Leim desselben beruhe, so hat auch diese Ansicht nicht den allergeringsten Einfluß auf dessen Anwendung geäußert.

Der Landwirth düngte sein Feld mit Knochenmehl nicht des Stickstoffes wegen, sondern weil er höhere Erträge an Korn und Futter haben wollte und weil er erfahren hatte, daß er diese nicht erwarten könne ohne Knochenmehl.

Zum Betriebe des Feldbaues, der auf der einfachen Bekanntschaft von Thatsachen ohne ihr Verständniß oder auf der Ausraubung des Feldes beruht, gehört eine sehr beschränkte In-

Digitized by Google

telligenz, ja die einfache Ueberlieferung der Thatsachen befähigt den unwissendsten Menschen dazu, aber zum rationellen Betriebe, durch welchen dem Felde unausgesetzt und ohne Erschöpfung die höchsten Erträge, die es zu liefern fähig ist, mit der größten Oekonomie an Kapital und Arbeit abgewonnen werden sollen, gehört ein großer Umfang von Kenntnissen, Beobachtungen und Erfahrungen, mehr als wie zu irgend einem anderen Geschäfte; denn der rationelle Landwirth soll nicht blos alle Thatsachen kennen, welche der gewöhnliche Bauer kennt, der nicht lesen und schreiben kann, sondern er soll sie auch richtig zu beurtheilen wissen, er soll den Grund aller seiner Handlungen kennen und ihren Einfluß auf sein Feld; er soll verstehen lernen, was ihm sein Feld in den Erscheinungen sagt, die er in seinem Betriebe wahrnimmt, er soll zuletzt ein ganzer Mensch und nicht ein halber sein, der sich seines Thuns nicht mehr bewußt ist als ein Kater, der mit Kunst und Geschick aus einem Wasserbecken Goldfische zu fangen versteht *).

*) Vergleicht man in den Schriften von anerkannt guten praktischen Landwirthen ihre theoretischen Ansichten mit dem Betriebe, den sie als den besten aus ihrer eignen Erfahrung kennen gelernt haben, so nimmt man zwischen beiden stets die allerunvereinbarsten Widersprüche wahr.

Walz (Mittheilungen aus Hohenheim, 3. Heft, 1857) bestreitet die beiden Grundsätze:

„Die Hinwegnahme der Bodenbestandtheile in den Ernten, ohne Ersatz derselben, habe in kürzerer oder längerer Zeit eine dauernde Unfruchtbarkeit zur Folge."

„Wenn ein Boden seine Fruchtbarkeit dauernd bewahren soll, so müssen ihm nach kürzerer oder längerer Zeit die entzogenen Bodenbestandtheile wieder ersetzt, d. h. die Zusammensetzung des Bodens muß wiederhergestellt werden."

und meint, daß diese beiden Sätze in der Jetztzeit nur auf die schlechtesten Bodenarten, die ab ovo der Zufuhr bedürftig waren, Anwendung haben.

Wendet man sich nun zu der „Anwendung seiner Theorie auf die Praxis" (Seite 117), so sollte man glauben, daß er sich nie um einen Ersatz bekümmern werde, aber es zeigt sich, daß er nicht entfernt an die

Digitized by Google

Wahrheit seiner Meinung glaubt; er legt auf den Ersatz des Kali, des Kalkes, der Bittererde, der Phosphorsäure, auf Gyps, Guano, Knochenmehl, Mergel und Stallmist den richtigen Werth und spricht (S. 141) den folgenden Grundsatz aus: „Daß der Landwirth, um den Boden in gleich gesteigerter Fruchtbarkeit zu erhalten, nicht mehr in seinen Feldfrüchten veräußern dürfe, als die Produkte der Atmosphäre und was durch jährliche Verwitterung dem Boden an aufnahmsfähigen mineralischen Nährstoffen zuwachse;" er sagt ferner: „Wenn der Landwirth seinen ganzen Betrieb, z. B. auf Bier, Branntwein, Zucker, Stärkmehl, Dextrin, Essig ꝛc., den Verkauf thierischer Produkte blos auf Butter beschränke und die abgerahmte Milch wieder verfüttere, wenn er zu seiner Molkerei nur ausgewachsene Kühe kaufe und sie nicht selbst nachziehe, und so die phosphorsauren Salze in seiner Wirthschaft zu erhalten suche — so würde er fortwährend die Mineralstoffe in seinem Düngercapital nicht nur erhalten, sondern er würde sie noch durch die alljährliche Verwitterung vermehren, wenn er nicht vorzieht, letztere in seinen Produkten zu veräußern (S. 142).

Die Spitze seiner praktischen Lehren im Gegensatze zu seiner theoretischen ist demnach, daß man zur Erzielung gleichförmiger Ernten sorgfältig darauf bedacht sein müsse, die Zusammensetzung des Bodens zu erhalten und wiederherzustellen.

Der praktische Mann beweist, daß die Vorstellungen, die er sich gemacht, vollkommen unanwendbar sind in seiner Praxis, und daß die wissenschaftlichen Grundsätze, die er bestreitet, gerade die sind, die unbewußt ihn leiten. Die wahre Praxis und die ächte Wissenschaft sind immer einig und ein Streit in diesen Dingen ist nur zwischen zwei Personen möglich, von denen der Eine den Andern nicht versteht; der Mangel an Schärfe in den Begriffsbestimmungen und das Unbestimmte und Schwankende in dem Ausdrucke tragen meistens die Hauptschuld daran.

Die Meinung von Rosenberg-Lipinsky (s. d. Werk „der praktische Ackerbau, II. Band, Breslau, E. Trewends, 1862), daß keine Pflanzenart das Erdmagazin wirklich erschöpfe (S. 738) und ferner, daß die Pflanze dem Boden direkt und indirekt mehr an Kraft zurückgewähre, als sie ihm entzogen hatte (S. 740), findet S. 742 ihre Berichtigung. „Wenn daher der Landwirth seinen Pflanzen gegenüber nicht dafür sorgt, daß ihr wesentlicheres Nährmagazin, der Boden, den nöthigen Ersatz für das unvermeidlich Verbrauchte rechtzeitig und auskommlich erhält, so kann das Bild der Erschöpfung, welches dann die Kulturpflanzen zur Schau tragen, unmöglich **diesen Verzehrern** zum Vorwurfe gereichen, sondern hier trifft die Schuld **einzig** und **allein** den Landwirth." Ferner (S. 740): „Nur auf solchen Flächen, wo durch den Raub der Elemente oder des Menschen die Naturgesetze bei der Pflanzenernährung eine wesentliche Störung erfuhren, prägt sich in dem dürftigen Gedeihen der wilden Flora eine Erschöpfung ihres Ackerbaues aus."

Digitized by Google

Kochsalz, salpetersaures Natron, Ammoniaksalze, Gyps.

Diese Salze werden in der Landwirthschaft in vielen Fällen mit ausgezeichnetem Erfolge als Düngmittel angewendet, und insoweit hierbei die Salpetersäure, das Natron, Ammoniak, Schwefelsäure und Kalk als Nährstoffe in Betracht kommen, hat die Erklärung ihrer Wirkung keine Schwierigkeit; sie besitzen aber noch andere Eigenthümlichkeiten, durch welche sie die Wirkung des Pfluges und der mechanischen Bearbeitung, sowie den Einfluß der Atmosphäre auf die Beschaffenheit des Feldes verstärken. Nicht immer ist uns dieser Einfluß klar, er ist aber nicht minder gewiß.

Wir haben allen Grund zu glauben, daß in denjenigen Feldern, in welchen durch Düngung mit Kochsalz allein die Ernten erhöht werden, oder wenn der günstige Einfluß der Ammoniaksalze oder des salpetersauren Natrons auf das Feld durch Beigabe von Kochsalz noch verstärkt wird, daß die Wirkung der drei Salze im Wesentlichen auf ihrem Vermögen beruht, die in dem Boden vorhandenen Nährstoffe zu verbreiten oder aufnahmsfähig zu machen; in welcher Weise dies bei allen geschieht, ist nicht erklärt. Die ersten Versuche in dieser Richtung, welche Vertrauen verdienen, sind von F. Kühlmann (Annal. de chim. 3. Sér.

Digitized by Google

T. 20, p. 279) beschrieben worden; er düngte im Jahre 1845 und 1846 eine natürliche Wiese mit Salmiak, schwefelsaurem Ammoniak und Kochsalz und erntete folgende Quantitäten Heu:

1845 und 1846	Ertrag an Heu pro Hectare:	
Ungedüngt	11263 Kilogr.	Mehrertrag
Salmiak jährlich 200 Kilogr. . . .	14964 „	3700 Kilogr.
„ „ 200 „ / Kochsalz . . . 200 „	. . . 16950 „	5687 „

Eine andere Wiese lieferte:

1846	Ertrag an Heu pro Hectare:	
Ungedüngt	3323 Kilogr.	Mehrertrag
Schwefelsaures Ammoniak 200 Kilogr.	5856 „	2533 Kilogr.
„ „ 200 „ / Kochsalz . . . . . 133 „	6496 „	3173 „

Was die Wirkung des Kochsalzes auf Getreidepflanzen betrifft, so wurden von dem General-Comité des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern in den Jahren 1857 und 1858 in Bogenhausen und Weihenstephan eine Reihe von Versuchen angestellt in der Weise, daß von je zwei Stücken Feld das eine mit Ammoniaksalz, das andere mit derselben Menge Ammoniaksalz und einer Beigabe von 3080 Gramm Kochsalz gedüngt wurde. Diese Versuche sind Seite 313 bereits beschrieben, und es dürfte hier genügen, die Ernteerträge anzuführen, welche mit Ammoniaksalzen allein und mit Ammoniaksalz und Kochsalz gewonnen wurden.

Bogenhausen 1857:

Gerste	Gedüngt mit Ammoniaksalz Korn	Stroh	mit Kochsalz u. Ammoniaksalz Korn	Stroh
Stück Nr. I	6355 Grm.	16205 Grm.	14550 Grm.	27020 Grm.
„ „ II	8470 „	16730 „	16510 „	36645 „
„ „ III	7280 „	17920 „	9887 „	24832 „
„ „ IV	6912 „	18287 „	11130 „	27969 „

Digitized by Google

Bogenhausen 1858 (Seite 314):

	Gedüngt mit Ammoniaksalz		mit Kochsalz u. Ammoniaksalz	
Winterweizen	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Stück Nr. I	19600 Grm.	41440 Grm.	29904 Grm.	61040 Grm.
„ „ II	21520 „	38940 „	31696 „	71960 „
„ „ III	25040 „	57860 „	31416 „	74984 „
„ „ IV	27090 „	65100 „	34832 „	74684 „

In diesen beiden Versuchsreihen wurden die Erträge an Korn sowohl wie an Stroh durch die Beigabe von Kochsalz sehr merklich erhöht, und es ist wohl kaum nöthig, immer wieder die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, daß eine solche Steigerung unmöglich hätte statthaben können, wenn in dem Boden nicht eine gewisse Menge von wirkungsfähiger Phosphorsäure, Kieselsäure, Kali ꝛc. vorhanden gewesen wäre, welche ohne das Kochsalz nicht aufnahmsfähig war und durch die Beigabe desselben wirksam wurde.

Eine ähnliche Reihe von Versuchen wurden von demselben Vereine in Weihenstephan mit salpetersauren Salzen unternommen und die Ernteerträge ermittelt, welche durch diese Salze für sich und mit Beigabe von Kochsalz per Hectar erhalten wurden.

Weihenstephan 1857 Sommergerste

	I Ungedüngt	II Chilisalpeter	III Chilisalpeter mit Kochsalz	IV Kalisalpeter	V Kalisalpeter mit Kochsalz	VI Guano
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Düngermenge	—	402	402 + 1379	473	473 + 1379	473
A Korn . .	1604	2576	2366	2064	2313	1922
A Stroh . .	2580	4378	4352	4219	4766	3300
1858 Winterweizen						
Dieselben Düngermengen	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
B Korn . .	1699	1804	2211	2248	2323	2366
B Stroh . .	3030	3954	4151	4404	4454	5091

Digitized by Google

Die Versuche sind dadurch bemerkenswerth, insofern sie die Fälle anzudeuten scheinen, in welchen die salpetersauren Salze für sich oder in Verbindung mit Kochsalz eine günstige Wirkung auf die Erhöhung der Erträge äußern.

Die Felder in Weihenstephan sind ganz besonders für die Cultur der Gerste geeignet. Das Feld A hatte nach einer gewöhnlichen Mistdüngung von etwa 600 Ctrn. per Hectare im Jahre 1854 Rüben, im Jahre 1855 Erbsen und 1856 Weizen getragen und sollte gebracht werden, um nach dem Brachjahre eine neue Bestellung zu erhalten. Das Feld B hatte hingegen vier Früchte bereits getragen, ehe der Versuch darauf angestellt wurde, und zwar Reps, Weizen, Kleegras und Hafer, und war also verhältnißmäßig mehr erschöpft und durch den Hafer und Klee viel ärmer an Nährstoffen für die nachfolgende Halmfrucht (Weizen) geworden als das erstere Feld.

Hieraus scheint sich die auffallende Thatsache zu erklären, daß die salpetersauren Salze im Jahre 1857 eine weit günstigere Wirkung auf das Feld äußerten als der Guano, obwohl in dem Guano das Feld ebensoviel Stickstoff als in den salpetersauren Salzen und überdies noch Phosphorsäure und Kali empfangen hatte. Das Feld war noch reich genug an Nährstoffen für eine gute Gerstenernte, und es bedurfte nur einer gleichmäßigeren Vertheilung derselben, welche durch die salpetersauren Salze und das Kochsalz bewirkt wurde, um eben so viel davon und mehr noch ernährungs- und übergangsfähig in die Gerstenpflanzen zu machen, als wie dies statt hatte auf dem mit Guano gedüngten Stücke, auf welchem die Summe der Nährstoffe größer war.

Was auf die Ergebnisse dieser Versuche einen Einfluß hatte, welcher in Rechnung gezogen werden muß, ist die Thatsache, welche durch Dr. Zöller festgestellt wurde, daß das Natron an der Erzeugung des Gerstensamens einen bestimmten Antheil zu

Digitized by Google

nehmen scheint. Die angewandten salpetersauren Salze wirkten offenbar nicht blos als Verbreitungsmittel anderer Nährstoffe, sondern das Natron sowohl wie die Salpetersäure hatten ihren Antheil an dem Ernteertrag. In dem vierten Versuche empfing das Feld eben so viel Salpetersäure wie im zweiten, aber die damit verbundene Basis war Kali und nicht Natron, und der Zusatz von Kochsalz im fünften bewirkte eine bemerkliche Steigerung in der Kornernte. In dem fünften und sechsten Versuche war aber offenbar die angewandte Salzmenge zu hoch und das Uebermaß erniedrigte den Ertrag unter den mit Chilisalpeter allein erhaltenen.

Auf dem mehr erschöpften Felde im Jahre 1858 überstieg der mit Guano erzielte Ertrag an Korn und namentlich an Stroh alle übrigen. Der Gehalt an Nährstoffen war in der Ackerkrume dieses Feldes im Ganzen geringer und der Einfluß ihrer Vermehrung machte sich in einem viel höheren Grade als die Vertheilung oder Verbreitung der im Boden vorhandenen geltend. Durch die Beigabe von Kochsalz wurde übrigens auch beim Weizen der Ertrag erhöht.

Die Wirkung des Kalis auf den Weizen im Gegensatz zu der des Natrons auf die Gerste ist augenfällig.

Was den Einfluß des Kochsalzes und der Natronsalze im Allgemeinen betrifft, so ergaben die Untersuchungen der Rüben und Kartoffeln, der Küchen- und Wiesenpflanzen, daß die Asche der ersteren in der Regel eine beträchtliche Menge Natron enthält und die der anderen verhältnißmäßig reich an Chlormetallen ist. Das Gras von einer Wiese, welche als Düngmittel Kochsalz empfangen hat, wird von dem Vieh lieber gefressen und jedem anderen vorgezogen, so daß das Kochsalz auch von diesem Gesichtspunkte aus als Düngmittel Beachtung verdient.

Da sich ein Theil der Wirkungen des salpetersauren Na-

Digitized by Google

trons, des Kochsalzes und der Ammoniaksalze, insofern sich diese auf die Verbreitung anderer Nährstoffe im Boden beschränkt, durch eine sorgfältige mechanische Bearbeitung und Bebauung des Feldes ebenfalls erzielen läßt, so ist der Einfluß, den diese Salze auf die Erträge einer Feldfrucht äußern, ein nicht zu verwerfendes Merkzeichen des Zustandes eines Feldes. Auf einem gut behandelten Felde werden sie immer eine weit minder günstige Wirkung haben als auf einem schlecht gebauten, natürlich bei sonst gleichen oder ähnlichen Bodenverhältnissen.

Gyps. Unter den neueren Untersuchungen über den Einfluß des Gypses auf den Klee*) sind die von Dr. Pincus in Insterburg sowohl ihrer sorgfältigen Durchführung als der

*) In der trefflich redigirten Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins für Rheinpreußen findet sich in Nr. 9 und 10, September und Oktober 1861, Seite 357, folgende Notiz über die bemerkenswerthe Fruchtbarkeit eines Bodens für Klee.

„In Rohn, Bürgermeisterei Antweiler, Kreis Aldenau (vulkanische Eifel), besäete der Kleinackerer Kirfeld eine Parzelle, auf welcher viele Bruchstücke von Muscheln sich befinden sollen, vor 23 Jahren mit Esparsette. Diese Kleesorte brachte 10 Jahre lang gute Heuschnitte und ergiebige Grummeternten. Von da an stellte sich viel Gras unter dem Klee ein. Um dieses zu vertilgen, ließ Kirfeld sein Feld im Frühjahre mit eisernen Eggen übers Kreuz stark aufeggen und 8 Pfd. rothen Kleesamen übersäen. Der rothe Klee wuchs mit der Esparsette prächtig heran, gab zwei volle Schnitte in jedem Jahre, drei Jahre hindurch; bei Ablauf des dritten Jahres wurde das Feld abermals stark aufgeeggt und von neuem mit 8 Pfd. rothem Kleesamen besäet. Es erfolgten abermals zwei Schnitte drei Jahre hindurch an einem vortrefflichen Gemisch von Esparsette mit rothem Klee. Dieselbe Operation wurde noch zweimal wiederholt mit gleich gutem Erfolge, so daß gegenwärtig das Feld 22 Jahre hindurch hintereinander Klee trägt und zwar die ersten 10 Jahre reine Esparsette, die folgenden 12 Jahre rothen Klee mit Esparsette."

Es wäre von Interesse, eine gut durchgeführte Analyse dieses Bodens zu haben, mit Berücksichtigung seines Absorptionsvermögens für Kali und phosphorsauren Kalk.

Digitized by Google

Schlüsse wegen, die sich daran knüpfen, von größter Bedeutung. Auf dessen Anregung wurden von Herrn Rosenfeld auf einem in der Nähe von Lenkeningken belegenen, eine gute Ernte versprechenden Kleefelde Anfangs Mai, als die Pflanzen ungefähr einen Zoll hoch waren, drei dem Augenschein nach gleich bestokte Stücke von etwa einem Morgen nebeneinander von einem sehr großen Kleefelde ausgewählt, das mittlere ungedüngt gelassen, die beiden anderen, das eine mit Gyps, das andere mit Bittersalz, beide mit einem Centner per Morgen bestreut.

Das Kleefeld war eines der in bester Cultur stehenden und fruchtbarsten in dieser Gegend und hatte im Sommer vorher eine reiche Roggenernte geliefert.

Zwischen dem ungegypsten und den beiden anderen Stücken, welche Gyps und Bittersalz erhalten hatten, machte sich sehr bald ein Unterschied in der Farbe und dem Stande des Klees bemerkbar, die Pflanzen auf dem gegypsten waren dunkler grün und höher. Auffallend war der Unterschied zur Zeit der Blüthe, welche bei dem ungegypsten 4 bis 5 Tage früher eintrat, so daß auf dem gegypsten kaum hier und da eine Blüthe zu sehen war, als schon rings umher das ganze Feld in voller Blüthe stand, als endlich auch die gegypsten Stücke blüthen, wurde der Klee (24. Mai) geheuen.

Von jedem der drei Versuchsstücke wurde eine □Ruthe abgemessen und der darauf stehende Klee besonders gehauen und das Gewicht des Kleeheus bestimmt.

Auf den preuß. Morgen berechnet wurde geerntet:

	Ctr. Kleeheu per Morgen
ohne Dünger	21,6 Ctr.
mit Gyps	30,6 „
mit Bittersalz	32,4 „

Die genauere Untersuchung des Kleeheus ergab, daß der

Mehrertrag, der auf den mit den Sulfaten gedüngten Stücken geerntet worden war, sich nicht gleichmäßig auf alle Theile der Kleepflanze erstreckte, sondern vorzugsweise auf die Stengel, so zwar, daß in 100 Theilen des gedüngten Klees mehr Stengel, weniger Blätter und noch weniger Blüthen enthalten waren wie in 100 Theilen des ungedüngten.

		ungedüngt	gedüngt mit Gyps	gedüngt mit Bittersalz
100 Theile Kleeheu	Blüthen	17,15	11,72	12,16
	Blätter	27,45	26,22	25,28
	Stengel	55,40	61,62	63,00

oder:

		Blüthen	Blätter	Stengel
Kleeheu	ungedüngt	17,15	27,45	55,40
	mit Gyps gedüngt	11,72	25,28	63,00
	„ Bittersalz „	12,16	26,22	61,62

Aus diesen Verhältnissen der verschiedenen Organe der Kleepflanze ergibt sich, daß durch den Einfluß der schwefelsauren Salze eine sehr beträchtliche Vermehrung der Holzzellen oder wenn man will, eine Streckung der Stengel auf Kosten der Blüthen und Blätter stattgefunden hat. Das relative Verhältniß der Blüthen, Blätter und Stengel war:

	Verhältniß der	Blüthen:		Blätter:		Stengel:
Kleeheu	ungedüngt	100	:	160	:	323
	mit Gyps gedüngt	100	:	216	:	507
	„ Bittersalz „	100	:	216	:	538

Nach dem Gesetze der symmetrischen Entwickelung der Pflanzen kann man, ohne einen Fehler zu begehen, schließen, daß die Wurzelentwickelung abwärts in eben dem Verhältniß als die Stengelbildung zunahm, und da die Zunahme einer Pflanze an Masse im Verhältniß zu der Nahrung aufnehmenden Oberfläche steht, so erklärt sich hieraus, daß die gedüngten Stücke

Digitized by Google

nicht nur eine größere Masse Stengel, sondern auch, wie beim Bittersalz, mehr Blüthen und Blätter geliefert haben als das ungedüngte Stück. Auf den Morgen berechnet, waren geerntet worden:

	ohne Düngung	mit Gyps	mit Bittersalz gedüngt
Blüthen . . .	370,5 Pfd.	358,5 Pfd.	394,0 Pfd.
Blätter . . .	592,9 „	773,7 „	849,5 „
Stengel . .	1196,6 „	1927,8 „	1996,5 „
	2160 Pfd.	3060 Pfd.	3240 Pfd.

Die Quantität der Aschenbestandtheile nahm bei den meisten nahe in dem Verhältnisse wie die Mehrerträge zu, nur bei der Phosphorsäure und Schwefelsäure zeigt sich eine sehr bemerkliche Abweichung, insofern die Menge in dem mit Sulfaten gedüngten Klee relativ und absolut größer war.

Die Asche des lufttrocknen Kleeheus betrug:

	ungedüngt	mit Gyps	mit Bittersalz gedüngt
Procente	6,95	7,96	7,94
in der ganzen Ernte	150 Pfd.	243 Pfd.	257 Pfd.
worin Schwefelsäure	2 „	8 „	6 „
„ Phosphorsäure	11,95 „	21,55 „	21,82 „

Durch die Düngung mit Sulfaten ist die Entwickelung der Blüthen und damit auch die der Frucht gehemmt worden und es ist ersichtlich, daß wenn auch an Stengeln und Blättern durch diese Mittel ein höherer Ertrag von einer bestimmten Fläche zu erzielen wäre, dies von der Samenerzeugung nicht gilt; denn es hätten auf einem Morgen des mit Gyps und Bittersalz gedüngten Stückes über 600 Pfund Blüthen geerntet werden müssen, wenn Blüthen, Blätter und Stengel in demselben Verhältnisse hätten stehen sollen, wie bei ungedüngtem Klee. Wir sehen aber trotz einer enormen Vermehrung im Gewichte der Stengel und einer nicht unbedeutenden in dem der Blätter keinen Gewinn an Blüthen und damit auch vor-

Digitized by Google

aussichtlich nicht an Samen (Pinens), diese in ihrer Art musterhaft durchgeführten Versuche bestätigen die allgemeine Regel, daß wenn äußere Ursachen, der Entwickelung einzelner vor anderen Organen, günstig sind und sie befördern, daß dies, wenn die Bodenbeschaffenheit sonst gleich bleibt, nur auf Kosten der Entwickelung dieser anderen geschehen kann, und daß beim Klee wie bei dem Getreide mit der Zunahme des Strohertrags die des Samens abnimmt (siehe übrigens das Ausführlichere dieser Untersuchung im Anhang J).

Da die Vertretung des Kalks durch Bittererde in den eben beschriebenen Versuchen eine Vermehrung des Kleeertrags zur Folge hätte, so kann man wohl mit einiger Sicherheit den Schluß daran knüpfen, daß in den Fällen, in welchen der Gyps eine günstige Wirkung auf den Klee äußert, der Grund derselben nicht in dem Kalk des Gypses gesucht werden darf, obwohl sehr häufig auf manchen Feldern die Kleecultur erst dann gelingt, wenn dieselben reichlich mit Kalkhydrat gedüngt worden sind; man weiß zudem, daß das Gypsen auch auf manchen Kalkfeldern günstig auf den Kleeertrag wirkt, und da man jetzt weiß, daß die Ackererde das Vermögen besitzt, Ammoniak aus der Luft und dem Regenwasser aufzunehmen und zu binden, und zwar in eben so hohem oder noch höherem Grade als ein Kalksalz, so bleibt als Anhaltspunkt zur Erklärung der Wirkung des Gypses nur die Schwefelsäure übrig.

Die Versuche von Pincus beweisen aber, daß die Erträge, welche durch Düngung mit den Sulfaten erhalten wurden, in keiner Beziehung stehen zu der dem Felde zugeführten Schwefelsäure.

Die Schwefelsäure-Mengen in den zur Düngung angewendeten Sulfaten betrugen der Analyse nach 30,12 Pfund beim Bittersalz und 44,18 Pfund beim Gyps, oder sie ver-

Digitized by Google

hielten sich wie 6 : 8,8; die Schwefelsäure-Mengen in den beiden mit Gyps und Bittersalz erhaltenen Kleeernten verhielten sich wie 6 : 8; die Asche des gegypsten Klees enthielt etwas über 8 Pfund, die des mit Bittersalz erhaltenen 6 Pfund. Auf dem mit Gyps gedüngten Stücke fand die Kleepflanze mehr Schwefelsäure im Ganzen vor als auf dem anderen und nahm in eben dem Verhältniß auch mehr auf; aber diese Mehraufnahme erhöhte nicht den Ernteertrag; auf dem mit Bittersalz gedüngten Stücke, welches weniger Schwefelsäure empfangen hatte, war der Ertrag an Pflanzenmasse um 8 Procent höher.

Diese Betrachtungen dürften zeigen, daß wir über die Wirkung des Gypses noch nichts Bestimmtes wissen und es werden noch sehr viele und genaue Beobachtungen nöthig sein, ehe man eine vollständige Erklärung wird geben können.

So lange man die Ansicht hegte, daß die Pflanzen ihre Nahrung aus einer Lösung schöpfen, konnten bei der Aufsuchung des Grundes der Wirkung eines löslichen Salzes auf den Pflanzenwuchs natürlich nur die Bestandtheile des Salzes in Betracht gezogen werden, allein wir wissen jetzt, daß die Erde bei allen Vorgängen der Ernährung eine ihr eigene thätige Rolle übernimmt, und es ließ sich somit denken, daß in dem Verhalten des Gypses zur Ackererde oder der letzteren zum Gyps, zum Theil wenigstens, ein Schlüssel zur Erklärung seiner Wirkung gefunden werden könne. Eine Reihe von Versuchen, die ich über die Veränderungen, welche Gypswasser (eine gesättigte Lösung von Gyps im Wasser) in Berührung mit verschiedenen Ackererden erleidet, anstellte, haben in der That sehr auffallende Resultate geliefert, die ich hier mittheile, ohne daß ich es wage, bestimmte Folgerungen daran zu knüpfen.

Das Gypswasser erleidet nämlich bei Berührung mit allen (von mir angewendeten) Erden eine solche Zersetzung, daß, ganz

Digitized by Google

den gewöhnlichen Affinitäten entgegen, ein Theil des Kalks von der Schwefelsäure getrennt wird und an die Stelle desselben Bittererde und Kali tritt.

Die Versuche waren in folgender Weise angestellt: es wurden jedesmal 300 Gramme einer jeden Erde mit einem Liter reinem Wasser, sodann andere 300 Grm. derselben Erde mit einem Liter Gypswasser gemischt und nach 24 Stunden die abfiltrirte Flüssigkeit auf ihren Gehalt an Bittererde untersucht. Reines destillirtes Wasser nahm aus allen Erden Schwefelsäure und Chlor, Spuren von Phosphorsäure, sowie Kalk, Bittererde und Natron, zuweilen auch von Kali auf, meistens in unbestimmbar kleinen Mengen; die Alkalien sowohl wie der Kalk und die Bittererde scheinen durch Vermittelung von organischen Stoffen gelöst zu werden, da die trocknen Rückstände beim Erhitzen sich schwärzten und der Glührückstand mit Säuren brauste.

Aus 300 Grammen Erde löste ein Liter

	destillirtes Wasser — Milligramme Bittererde	Gypswasser Milligramme Bittererde
Erde von Bogenhausen	30,2	70,6
Schleißheimer Erde	31,6	87,8
Untergrund Bogenhausen . . .	12,2	84,2
Erde aus dem botanischen Garten	45,4	168,6
Erde von Bogenhausen Nr. I*)	26,6	101,6
„ „ „ „ II	38,2	98
Erde vom Schornhof	8,6	63,4
Erde von einem Baumwollen-Feld (Alabama)	1,9	3,8

*) Auf der durch Gypsdüngung erfahrungsgemäß ein höherer Ertrag an Klee erzielt wird, Nr. I noch nicht mit Gyps gedüngt, Nr. II bereits mit Gyps gedüngt.

Digitized by Google

Dieſe Zahlen geben zu erkennen, daß durch Gypſen eines Feldes die im Boden vorhandene Bittererde löslich und verbreitbar gemacht wird, und wenn der Einfluß des Gypſes auf die Vegetation der Kleepflanze in der That auf einer vermehrten Zufuhr von Bittererde beruht, ſo iſt dies von dem Geſichtspunkte aus, daß dieſe Vermehrung durch ein Kalkſalz geſchieht, ſicherlich eine der ſonderbarſten Thatſachen, die wir kennen; durch einen beſonders zu dieſem Zwecke angeſtellten Verſuch wurde ermittelt, daß bei Berührung der Ackererde mit der Löſung des ſchwefelſauren Kalks eine wirkliche Vertretung des Kalks durch Bittererde ſtatt hat, d. h. es tritt eine gewiſſe Menge Kalk aus der Löſung an die Erde, während die mit dieſem Kalk verbundene Schwefelſäure eine äquivalente Menge Bittererde daraus aufnimmt. In einem Liter Gypswaſſer, welches mit 300 Grammen Erde von einem Weizenacker in Berührung war, fanden ſich folgende Mengen Schwefelſäure, Bittererde und Kalk:

Das reine Gypswaſſer enthielt in 1 Liter	—	mit Erde in Berührung
Schwefelſäure . . . 1,170 Gramme		1,180 Gramme
Kalk . . . . . 0,820 „		0,736 „
Bittererde	—	0,074 „

Durch den Einfluß des Gypſes ſcheint übrigens neben der Bittererde noch eine gewiſſe Menge Kali in Löſung übergeführt zu werden.

Aus 1000 Grammen Erde von einem Weizenacker nahmen auf		
3 Liter reines Waſſer	—	3 Liter Gypswaſſer
Kali . . . 24,3 Milligr.		43,6 Grm.

Man ſieht, daß die Wirkung des Gypſes ſehr zuſammengeſetzt iſt und daß dadurch ſowohl Bittererde als Kali verbreitbar in der Erde gemacht wird. Sicher iſt und dies man vorläufig feſtgehalten, daß der Gyps eine chemiſche Action auf

Digitized by Google

die Erde selbst ausübt, die sich in jede Tiefe erstreckt, und daß in Folge der chemischen und mechanischen Veränderung der Erdtheile gewisse Nährstoffe aufnahmsfähig für die Kleepflanze oder zugänglich werden, die es vorher nicht waren.

In der Regel sucht man, um die Wirkung eines Düngstoffes zu erklären, den Grund in der Zusammensetzung der Pflanze aufzufinden, allein ich glaube nicht, daß dies immer ein richtiger Anhaltspunkt ist. Die Zusammensetzung der Samen der Gewächse, des Weizensamens z. B., ist so constant oder so wenig veränderlich, daß es ganz unmöglich ist, aus der Analyse desselben rückwärts einen Schluß zu machen auf den Reichthum oder den Mangel an Phosphorsäure, Stickstoff, Kali ꝛc. in dem Boden, auf welchem der Same gewachsen ist. Der Reichthum oder der Mangel an Nährstoffen in einem Felde übt einen Einfluß auf die Anzahl und Schwere der Samen, die sich bilden, aber nicht auf das relative Verhältniß seiner Elemente aus. So fand Pincus z. B. den procentischen Gehalt an Bittererde in dem ungedüngten Klee um etwas höher als in dem mit Sulfaten gedüngten, aber in der ganzen Ernte betrug die Bittererdemenge verhältnißmäßig viel mehr.

Bittererdegehalt in

	ungedüngt	mit Gyps	mit Bittersalz gedüngt
100 Kleeheu-Asche . .	5,87	5,47	5,27
in der ganzen Ernte .	8,8 Pfd.	13,29 Pfd.	13,54 Pfd.

Abweichungen in dem Procentgehalte an Kali, Kalk, Bittererde wird man bei allen Pflanzen häufig wahrnehmen können, in welchen, wie beim Tabak, der Weinrebe und dem Klee, der Kalk durch Kali oder umgekehrt vertretbar ist, aber in diesem Falle entspricht der Zunahme an dem einen Körper von Kalk z. B. stets eine Abnahme, an dem anderen z. B. von Kali und umgekehrt.

Digitized by Google

Wenn der Gyps die Eigenschaft besitzt, eine Verbreitung des Kalis im Boden zu bewirken, und diese dem Bittersalz abgeht, so sollte man denken, daß der mit Gyps gedüngte Klee mehr Kali als der mit Bittersalz gedüngte enthalten müsse. Nach den Analysen von Pincus enthielt die

Kleehen-Asche

		mit Gyps	mit Bittersalz gedüngt
in Procenten	Kali	35,37 Pfd.	32,91 Pfd.
	Kalk	19,17 „	20,66 „
in der ganzen Asche	Kali .	85,9 „	84,6 „
	Kalk .	46,6 „	53,2 „

Diese Zahlen zeigen, daß in der That die Kalimenge in dem mit Kalkfulfat gedüngten Klee größer und die Kalkmenge kleiner war als in der mit Bittersalz erzielten höheren Ernte.

In dem Kleehen von dem letzteren Stück war offenbar das fehlende Kali durch Kalk und in dem mit dem Kalkfalz gedüngten eine gewisse Menge Kalk durch Kali vertreten worden.

Eine Untersuchung so sorgfältig und unbefangen wie die von Pincus erscheint unter den leichtfertigen und liederlichen Untersuchungen, an denen die Landwirthschaft so überaus reich ist, wie eine grüne Oase in einer unfruchtbaren Wüste, und sie ist wohl geeignet zu zeigen, wie viel an wahrer Erkenntniß der Vorgänge im Boden, in Beziehung auf die Pflanzenernährung noch zu entdecken ist. (Siehe agricultur-chemische und chemische Untersuchungen und Versuche, ausgeführt bei der landwirthschaftlich-chemisch-physikalischen Versuchstation zu Insterburg von Dr. Pincus. Gumbinnen 1861.)

Kalk. Ich habe leider niemals Gelegenheit, einen Boden zu untersuchen, auf welchen die Kalkdüngung eine günstige Wirkung ausübt, da diese weder in der Umgegend von Gießen,

Digitized by Google

noch von München im Gebrauche ist. Die Versuche, welche Kuhlmann im Jahre 1845 und 1846 auf Wiesen anstellte, scheinen zu zeigen, daß die Nützlichkeit des Kalks wesentlich in einer Veränderung der Bodenbeschaffenheit beruht, die ich in den anzuführenden Fällen aus Mangel an allen genauen Angaben über den Boden nicht näher zu erläutern weiß.

Ernte an Heu pro Hectare
1845 und 1846:

durch Düngung einer Wiese		
mit jährlich 300 Kil. gelöschtem Kalk . .	14263 Kil.	mehr 3000 Kil.
„ „ 500 „ Kreide	10706 „	weniger 556 „
ungedüngt	11263 „	

Man kann hier wohl annehmen, daß, wenn der Kalk als Nährstoff eine Wirkung auf die Entwicklung der Wiesenpflanzen gehabt hätte, der kohlensaure Kalk in keinem Fall einen niedrigeren, sondern eher einen höheren Ertrag hätte liefern müssen als die ungedüngte Wiese; es zeigt sich aber das umgekehrte Verhältniß; der kohlensaure Kalk, der nur in Kohlensäure gelöst sich im Boden verbreiten konnte, wirkte schädlich, der ätzende Kalk hingegen günstig ein.

Unter den häufig erwähnten sächsischen Versuchen befinden sich zwei, welche bedeutungsvoll genug sind, um hier erwähnt zu werden. Der eine wurde von Herrn Traeger in Oberbobritzsch, der andere von Herrn Träger in Friedersdorf angestellt; von letzterem fehlt ein vergleichender Versuch, durch den sich der Unterschied zwischen den Erträgen des mit Kalk gedüngten und eines gleichen ungedüngten Stückes erkennen ließe; ich stelle darum anstatt des letzteren einen anderen Versuch zur Seite, in welchem ein gleiches Stück Feld mit Knochenmehl gedüngt wurde.

Digitized by Google

Verſuch zu Oberbrobitzſch:

Kalkdüngung (60 Scheffel c. 110 Ctr. gebrannten Kalk)

Ertrag pr. Acker	ungedüngt		mit Kalk gedüngt	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1851 Roggen	1453 Pfd.	3015 Pfd.	1812 Pfd.	3773 Pfd.
1853 Hafer	1528 „	1812 „	1748 „	2320 „
1852 Kartoffeln	9751 „		11021 „	
1854 Kleeheu	911 „		2942 „	

Verſuch zu Friedersdorf:

Kalkdüngung (dieſelbe Menge wie oben)

Ertrag pr. Acker	mit 1644 Pfd. Knochenmehl		mit Kalk gedüngt	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1851 Roggen	990 Pfd.	3273 Pfd.	1012 Pfd.	3188 Pfd.
1853 Hafer	1250 „	2226 „	1352 „	2280 „
1852 Kartoffeln	8994 „		12357 „	
1854 Kleeheu	4614 „		4438 „	

Guano brachte in dem Jahre 1854 auf dem Felde zu Oberbobritzſch einen höheren Ertrag an Klee wie Kalk (ſiehe Seite 277), hingegen auf dem Felde zu Friedersdorf einen niedrigeren hervor. 616 Pfund Guano in Friedersdorf 2737 Pfund, in Oberbobritzſch 5044 Pfund Kleeheu.

Verſuche, in denen ich Kalkwaſſer mit verſchiedenen Erden in Berührung brachte, haben ergeben, daß die Ackererde ein ähnliches Abſorptionsvermögen für Kalk, wie für Kali und Ammoniak beſitzt. Die Erde wurde mit Kalkwaſſer gemiſcht und ſtehen gelaſſen bis alle Reaction völlig verſchwunden war, ſodann eine neue Quantität Kalkwaſſer der Miſchung zugegeben, bis eine ſchwache aber deutliche alkaliſche Reaction bleibend wurde.

Digitized by Google

Verſuche über die Menge von Kalk, welche von verſchiedenen Ackererden aus Kalkwaſſer aufgenommen wurden.

		Grm. Kalk	aus Grm. Kalkwaſſer
1 Liter = 1 Kubikdecimeter Bogenhauſer Erde nahm auf		2,824	„ 2259
1 Liter Schleißheimer Erde nahm auf		2,397	„ 1917
1 „ botaniſcher Garten-Erde nahm auf		3,000	„ 2400
1 „ Untergrund Bogenhauſen „ „		3,288	„ 2630
1 „ Bogenhauſen Weizenacker „ „		2,471	„ 1976
1 „ von demſelben Felde nach Klee nahm auf		2,471	„ 1976
1 „ Torfpulver		6,301	„ 5040

Die nähere Unterſuchung der Veränderungen, welche die Erde durch die Aufnahme von Kalk erlitten hat, namentlich in Beziehung auf löslich gewordene Kieſelſäure und Kali, iſt noch nicht beendigt.

Digitized by Google

Anhang A.

(Zu Seite 19.)

Unterſuchung von Buchenblättern in verſchiedenen Wachsthumszeiten. (Dr. Zöller.)

Die Buche (fagus sylvatica), von welcher die unterſuchten Blätter geſammelt wurden, ſteht im Münchener botaniſchen Garten. Die Blätter, bezeichnet I. Periode, nahm man am 16. Mai 1861 in vier verſchiedenen Größen vom Baume ab. Die kleinſten Blättchen a hatten eben die Knospen verlaſſen, während die Blätter d in ihrer Größe völlig ausgewachſenen Buchenblättern entſprachen; bezüglich ihrer Wachsthumszeit unterſchieden ſich a und d um vier Tage. Die beiden andern Blattſorten b und c ſtanden hinſichtlich ihrer Größe und Wachsthumszeit zwiſchen a und d. Die Blätter der I. Periode waren ſehr zart; ihre Farbe gelblich grün.

Die folgenden Blattabnahmen geſchahen am 18. Juli (II. Periode) und am 15. October 1861 (III. Periode). Die Blätter der einzelnen Perioden waren unter ſich von gleicher Größe und derbem Gefüge, die Farbe der Juliblätter war dunkelgrün, die der Octoberblätter etwas heller.

Die Blätter der IV. Periode ſtammten von demſelben Baume, wurden aber im Jahre 1860 Ende November abgenommen; ſie waren an dem Baume vertrocknet und vollkommen dürr.

Digitized by Google

100 Gewichtstheile frischer Buchenblätter enthielten:

	I. Periode. a.	b.	c.	d.	II. Periode.	III. Periode.
Trockensubstanz . . .	30,29	22,04	21,53	21,52	44,13	43,23
Wasser	69,71	77,96	78,47	78,46	55,87	56,77

1000 Stück frische Blätter bestanden aus Grammen:

Trockensubstanz . . .	10,01	15,90	32,63	60,00	116,16	117,53
Wasser	22,61	57,26	118,91	218,31	147,04	154,33
Gesammtgewicht der 1000 Blätter	32,62	73,16	151,54	278,31	263,20	271,86
Aschen-Procente der trockenen Blätter	4,65	5,40	5,82	5,76	7,57	10,15

Der Wassergehalt der lufttrockenen Blätter der IV. Periode betrug 11,89 Proc.; der Aschengehalt der getrockneten Blätter 8,70 Proc.

Zur Aschen-Analyse der Blätter von Periode I. wurde die Asche durch Einäscherung der gleichen Anzahl Blätter b, c und d hergestellt.

100 Theile Blätterasche enthielten:

	I. Periode. 16. Mai 1861	II. Periode 18. Juli 1861	III. Periode. 14. Oct. 1861	IV. Periode. Ende Nov. 1861.
Natron	2,30	2,34	1,01	—*)
Kali	29,95	10,72	4,85	0,99
Magnesia	3,10	3,52	2,79	7,18
Kalk	9,83	26,46	34,05	34,13
Eisenoxyd	0,59	0,91	0,94	1,10
Phosphorsäure	24,21	5,18	3,48	1,95
Schwefelsäure	—*)	—*)	—*)	4,98
Kieselsäure	1,19	13,37	20,68	24,37
Kohlensäure und unbest. Bestandtheile . . .	28,83	37,50	32,20	25,35
Summe	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Nicht bestimmt.

Digitized by Google

Aschen-Analysen der Blätter der Roßkastanie und des Nußbaumes von E. Staffel.

(Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXVI, S. 379)

	Roßkastanie		Nußbaum	
	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst
Feuchtigkeit in 100 Thln. frischer Substanz, bei 100° C. getrocknet . .	82,09	56,27	82,15	63,31
Aschenprocente der frischen Substanz .	1,376	3,288	1,092	2,570
» » getrockneten » .	7,69	7,52	7,719	7,005
100 Theile Asche enthielten:				
Kali	46,38	14,17	42,04	25,48
Kalk	13,17	40,48	26,86	53,65
Magnesia	5,15	7,78	4,55	9,83
Thonerde	0,41	0,51	0,18	0,06
Eisenoxyd	1,63	4,69	0,42	0,52
Schwefelsäure	2,45	1,69	2,58	2,65
Kieselsäure	1,76	13,91	1,21	2,02
Phosphorsäure	24,40	8,22	21,12	4,04
Chlorkalium	4,65	8,55	1,04	1,73
Summe	100,00	100,00	100,00	99,98

Digitized by Google

Aschen-Analysen von blühenden und abgewelkten, mit Früchten besetzten Spargelstengeln. (Dr. Zöller).

	I. Blühende Spargelkegel.	II. Herbststengel mit reifen Früchten.
Feuchtigkeit in 100 Theilen der frischen Substanz bei 100° C. getrocknet	84,34	59,23
Aschenprocente der frischen Substanz . .	0,946	4,13
Aschenprocente der getrockneten Substanz	6,050	10,13
100 Theile Asche enthalten:		
Natron	5,11	5,25
Kali	34,40	11,77
Magnesia	4,69	3,61
Kalk	9,07	24,05
Eisenoxyd	0,52	0,94
Phosphorsäure	12,54	7,33
Kieselsäure	1,85	9,68
Unbestimmte Bestandtheile ꝛc. . . .	31,82	37,37
Summa:	100,00	100,00

Das Untersuchungsmaterial stammte aus dem botanischen Garten in München. Die blühenden Spargelstengel wurden am 20. Juni 1861 dicht über der Erde abgeschnitten, in gleicher Weise die Herbststengel am 28. October 1861 von derselben Pflanze.

Digitized by Google

Anhang B.

(Zu Seite 28.)

Ueber das Amylon in den Palmenstämmen.

Die Quantität des Stärkemehls ist in einem und demselben Stamme je nach seinem Alter und der Blüthe- oder Fruchtzeit außerordentlich verschieden.

Die Erzeugung desselben nimmt bisweilen nicht bloß innerhalb der Zellen rasch zu, sondern bisweilen sogar auf Unkosten des Zellgewebes. So sieht man manchmal im Frühlinge den Wurzelstock von Sabal mexicana nicht bloß im Inneren der Zellen, sondern auch außer denselben voll von weißem Mehle.

Am allerauffälligsten aber erscheint dieses Phänomen bei den ostindischen Sago-Palmen (Metroxylon). Hier zeigt sich ganz deutlich, daß die Entwickelung des Stärkemehls periodenweise vor sich geht und organisch zusammenhängt mit der Entwickelung der Blüthen und Früchte. Man kann daher bei diesen Bäumen gleich den Malayen sagen, daß sie in einer gewissen Zeit trächtig seien; und zwar ist dies eben die Periode, in welcher der Baum in seinem Inneren eine große Menge von Stärkemehl hervorbringt, und gleichsam als den organischen Vorrath aufspeichert, aus welchem nach Verflüssigung neue Holztheile, Blüthen und Früchte producirt werden sollen.

Digitized by Google

Ganz besonders gilt das hier Gesagte von Metroxylon Rumphii Mart. (Sagus genuina Rumph.) Dieser Baum, ein wahres chemisches Laboratorium für die Bereitung von Stärkemehl ist monokarpisch, d. h. er blüht und fructificirt nur einmal und stirbt dann. Er hat dann eine Höhe von 25 bis 30′ erreicht. Der Stamm, cylindrisch und mehr als ein Fuß dick, besteht von der Peripherie auf anderthalb Zoll einwärts aus einem weißlichen nicht sehr hartem Holze, weiter nach Innen aber aus einem schwammigen, von Fasern durchzogenem Gewebe, dessen Zellen mit Stärkemehlkörnern angefüllt sind. In der Jugend, wenn der Stamm noch gleichsam unreif ist, enthält er nur eine geringe Menge Stärke. Solche nimmt zu, wenn der Stamm in seinem oberen Theile und im untersten Theile der Blattscheiden lange Stacheln hervortreibt. Wenn diese Waffen abgeworfen sind und die Blätter fast ganz mit einem weißen Reife beschlagen sind, gleichsam als hätte man sie mit Kalkstaub eingepudert, beginnt die größte Menge von Stärke. Die Malayen nennen diese Periode Maaputih, d. h. der Baum wird weiß. Nun beginnt an der Spitze des Stammes der Blüthenschaft, welcher sich später wie ein ungeheures Hirschgeweih mit tausenden von Blüthen und endlich mit kugelrunden, von einer Panzerschale bekleideten Früchten bedeckt, hervorzutreiben, und wenn er eines Fußes Länge erreicht hat, ist jene Periode vorhanden, welche der Malaye Saga bonting nennt, d. h. der Baum ist trächtig. Ein geringerer Theil des Amylons wird nun bereits umgesetzt, um der Bildung in Holzfasern der Blüthenschaften zu dienen. Endlich tritt das Stadium ein, welches der Malaye Majang bara nennt, d. h. das Junge tritt hervor. Der Blüthenschaft hat dann auf dem Gipfel des Stammes 4′ erreicht; aber die Scheiden, aus welchen die Blüthenzweige hervortreten sollen, sind noch nicht geöffnet. Der

Digitized by Google

Baum kann dieſe drei Perioden bereits durchlaufen haben, ohne eine ſehr beträchtliche Einbuße an Stärke zu erleiden. Wenn aber die letzte Periode, Batsja Bang, d. i. der Trieb verzweigt ſich, eingetreten iſt, wo dann der ganze Schaft 6 bis 10′ hoch geworden iſt und 10′ im Umkreis mißt, dann iſt die größte Menge des Amylons bereits zu dicken Holzfaſern verwendet, und noch mehr iſt dies in den beiden letzten Perioden der Blüthe (Siriboa) und der Frucht (Bahoa) der Fall. Dann iſt gar kein Stärkemehl mehr vorhanden. Ein geſunder Baum bringt 400 bis 800 Pfunde Stärkemehl hervor (der daraus bereitete Sago kommt übrigens nicht in den europäiſchen Handel, ſondern wird im Lande verbraucht). Diejenige Palmenart, welche den in Europa verwendeten Sago vorzugsweiſe liefert, iſt Metroxylon laeve Mart. von Malakka, deſſen wilde Stämme 4 bis $5\frac{1}{2}$ Pickols Sago liefern, während die in Gärten cultivirten nur 2 bis 3.

Digitized by Google

Anhang C.

(Zu Seite 57.)

(Vegetable Statics, London 1827).

Die Verſuche von Hales über die Mechanik der Saftbewegung können für alle Zeiten als Muſter einer vortrefflichen Methode gelten; daß ſie in dieſem Augenblicke in dem Gebiete der Pflanzenphyſiologie unübertroffen daſtehen, mag vielleicht dadurch erklärlich gefunden werden, daß ſie aus dem Zeitalter Newton's ſtammen; ſie verdienen einer jeden Pflanzenphyſiologie einverleibt zu werden.

In dem Anfange ſeines Werkes beſchreibt Hales die Verſuche, welche er über die Saftbewegung in den Gewächſen in Folge ihrer Ausdünſtung an belaubten Zweigen, an abgeſchnittenen Pflanzen und an ſolchen, die mit Wurzeln noch verſehen waren, angeſtellt hat.

Den Einfluß des mechaniſchen Druckes einer Waſſerſäule unter und ohne Mitwirkung der Verdunſtung zeigt er durch folgenden Verſuch.

An einen mit ſeinen Blättern und kleinen Zweigen verſehenen Aſt von einem Apfelbaume befeſtigte Hales luftdicht eine ſieben Fuß lange Röhre; er hielt den Aſt mit ſeinen Zweigen und Blättern in ein großes Gefäß mit Waſſer eingetaucht, und füllte die Röhre mit Waſſer. Durch den Druck der Waſſerſäule wurde Waſſer in den Aſt eingetrieben und es ſank das Waſſer in der Röhre in zwei Tagen um 14¼ Zoll.

Den dritten Tag zog er den Aſt aus dem Waſſer und

Digitized by Google

überließ ihn der freien Luftverdunstung; das Wasser in der Röhre fiel jetzt in zwölf Stunden um 27 Zoll.

Zur Vergleichung der Kraft, mit welcher das Wasser durch Druck allein und durch Druck und Ausdünstung zusammen durch die Gefäße des Holzkörpers getrieben wird, verband Hales einen 6 Fuß langen belaubten, der Luft ausgesetzten Ast von einem Apfelbaume mit einer 9 Fuß langen Röhre, die mit Wasser gefüllt wurde.

In Folge des Druckes der Wassersäule und der an der Oberfläche der Blätter und Zweige vor sich gehenden Verdunstung sank das Wasser in der Röhre (XI. Versuch) in einer Stunde um 36 Zoll. Er schnitt jetzt den Ast 13 Zoll unterhalb der Röhre ab, und stellte den abgeschnittenen Theil (mit Blättern und Zweigen) aufrecht in ein Gefäß mit Wasser; dieser letztere saugte in 30 Stunden 18 Unzen Wasser auf, während durch das mit der Röhre verbundene 13 Zoll lange Holzstück nur 6 Unzen Wasser, und zwar unter dem Drucke einer Wassersäule von 7 Fuß, durchgegangen waren.

In drei anderen Versuchen zeigt Hales, daß die capillaren Gefäße einer Pflanze für sich und in Verbindung mit den unverletzten Wurzeln durch Capillaranziehung sich mit Leichtigkeit mit Wasser füllen, ohne aber die Kraft zu besitzen, den Saft ausfließen und in einem aufgesetzten Rohr steigen zu machen. Die Bewegung des Saftes gehört, so schließt er, der verdunstenden Oberfläche allein an, er beweist, daß sie von dem Stamme, den Zweigen, Blättern, Blüthen und Früchten in gleichem Grade ausgeht, und daß die Wirkung der Verdunstung in einem bestimmten Verhältniß zur Temperatur und dem Wassergehalte der Luft steht; wenn die Luft feucht war, wurde nur wenig aufgesaugt, an Regentagen war die Aufsaugung kaum bemerklich.

Digitized by Google

Das zweite Kapitel seiner Statik eröffnet er mit folgender Einleitung:

»In dem ersten Kapitel hat man gesehen, welche große Menge Flüssigkeit die Pflanzen aufsaugen und ausdünsten, in diesem beabsichtige ich die Kraft zu zeigen, mit welcher dies geschieht.

»Da in den Pflanzen das mächtige Werkzeug fehlt, welches in den Thieren durch seine abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung das Blut zwingt, durch die Arterien und Venen zu fließen, so hat die Natur sie entschädigt mit anderen wirksamen und kräftigen Hülfsmitteln, um den Saft, der sie belebt, an sich zu ziehen, zu heben und in Bewegung zu erhalten.«

In seinem XXI. Versuch entblößte er eine der Hauptwurzeln eines in voller Vegetation begriffenen Birnbaumes in einer Tiefe von $2^1/_2$ Fuß, schnitt die Spitze derselben ab und verband den mit dem Stamme in Verbindung stehenden Theil der Wurzel mit einer Röhre, die er mit Wasser füllte und mit Quecksilber sperrte. Diese Glasröhre stellte die verlängerte Wurzel dar.

In Folge der Ausdünstung der Oberfläche des Baumes saugte die Wurzel das Wasser in der Röhre mit einer solchen Kraft auf, daß in sechs Minuten das Quecksilber bis auf 8 Zoll in der Röhre sich erhob (entsprechend einer Wassersäule von 9 Fuß Höhe).

Diese Kraft ist nahe gleich derjenigen, mit welcher das Blut in der großen Schenkelpulsader eines Pferdes sich bewegt. »Ich bestimmte«, sagt Hales in seinem Vers. XXXVI, »den Druck des Blutes verschiedener Thiere, indem ich sie lebend mit dem Rücken auf einen Tisch befestigte und die große Schenkelpulsader, wo sie in den Schenkel eingeht, mit Hülfe zweier kleinen Röhren von Kupfer, mit einer Röhre von 10 Fuß Länge

Digitized by Google

und $^1/_8$ Zoll innerem Durchmesser verband; das Blut eines Pferdes erhob sich in dieser Röhre auf 8 Fuß 3 Zoll, das eines anderen auf 8 Fuß 9 Zoll, eines Hundes auf $6^1/_2$ Fuß ꝛc.

Hales zeigte durch besondere Versuche, daß die Auffaugungskraft, welche er an der Wurzel nachwies, auch der Stamm, daß sie jeder einzelne Zweig, jedes Blatt und die Frucht, daß sie jeder Theil der Oberfläche besitzt, daß die Bewegung des Saftes von der Wurzel nach den Zweigen und Blättern fortdauert, selbst wenn der Stamm von Rinde und Bast an irgend einem Theile völlig entblößt wird, daß diese Kraft nicht bloß von der Wurzel nach dem Gipfel, sondern auch von dem Gipfel nach der Wurzel hin wirkt.

Aus seinen Versuchen erschließt er das Vorhandensein einer mächtigen Anziehungskraft, die ihren Sitz in jedem Theile der Pflanze hat.

Wir wissen jetzt, daß diese anziehende Kraft als solche das Quecksilber oder Wasser in seinen Röhren nicht zum Steigen brachte, und aus seinen Versuchen ergiebt sich auf das Klarste, daß das Auffaugungsvermögen der Pflanzen, jedes Blattes, jeder Wurzelfaser in Folge der Ausdünstung durch eine mächtige Kraft von außen unterstützt wird, die nichts anderes ist, als der Druck der Atmosphäre.

Durch die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche der Gewächse entsteht im Inneren derselben ein leerer Raum, in dessen Folge Wasser und im Wasser lösliche Gase mit Leichtigkeit von Außen eingetrieben und gehoben werden, und es ist dieser äußere Druck neben der Capillarität die Hauptursache der Verbreitung und Bewegung der Säfte.

Was das Auffaugungsvermögen der Pflanzenoberfläche bei einem gewissen Drucke von Außen für Gase betrifft, so bieten seine Versuche die sprechendsten Belege dar. In seinem

Digitized by Google

Versuche XXII. sagt Hales: „Die Höhe, bis zu welcher das Queckſilber in der Röhre ſtieg, zeigt nicht die ganze Kraft, mit welcher das Waſſer aufgeſaugt wird, denn während dies geſchieht, ſieht man die ganze Schnittfläche der Wurzel (des Stammes oder der Zweige) ſich mit Luftblaſen bedecken, welche aus derſelben austretend einen Theil des Raumes, den das Waſſer einnahm, erfüllen. Die Höhe des Queckſilbers ſtand deshalb nur im Verhältniß zu dem Ueberſchuß des Waſſers, den die Pflanze mehr einſaugte, als Luft austrat. Wäre die Menge der ausgetretenen Luft gleich geweſen der Menge des aufgeſaugten Waſſers, ſo wäre das Queckſilber gar nicht geſtiegen; es iſt demnach klar, daß, wenn von 12 Volum Waſſer 9 Vol. eingeſaugt werden, während 3 Vol. Luft in die Röhre treten, daß das Queckſilber nur um 6 Volum ſteigen kann."

Wenn in ſeinen Verſuchen die Wurzel, der Stamm oder ein Zweig an irgend einer Stelle verletzt worden war durch das Abſchneiden von Knospen, Wurzelfaſern oder kleinerer Zweige, ſo verminderte ſich das Aufſaugungsvermögen des übrigen Theils auf eine in die Augen fallende Weiſe (weil von dieſen Stellen aus durch Eindringen von Luft der Unterſchied im Druck leichter ausgeglichen wurde); das Aufſaugungsvermögen war von ganz friſchen Schnittflächen aus am größten, an denen es ſich aber allmälig verminderte, bis es nach Verlauf von mehreren Tagen an dieſen Stellen nicht größer war, als an der unverletzten Pflanzenoberfläche.

Die Ausdünſtung iſt, ſo ſchließt Hales weiter, die mächtige Urſache, welche der Pflanze aus der Umgebung, worin ſie lebt, Nahrung zuführt; es erfolgt Krankheit und Abſterben der Pflanzen, wenn das Verhältniß der Ausdünſtung und der Zufuhr in irgend einer Weiſe geſtört und unterbrochen wird.

Digitized by Google

Wenn in heißen Sommern der Boden durch die Wurzel die Feuchtigkeit nicht ersetzen kann, welche den Tag über durch die Blätter und Oberfläche des Baumes verdunstet ist, wenn der Baum oder ein Zweig desselben austrocknet, so hört die Bewegung des Saftes an diesen Stellen auf, einmal ausgetrocknet kann durch die Capillarität allein die ursprüngliche Thätigkeit nicht wieder hergestellt werden; die Ausdünstung ist die Hauptbedingung ihres Lebens, durch sie wird eine dauernde Bewegung, ein sich stets wiederholender Wechsel in der Beschaffenheit des Saftes zu Wege gebracht.

„Vergleicht man," sagt Hales, „die Oberfläche der Wurzeln einer Pflanze mit der Oberfläche, die sich außerhalb des Bodens befindet, so sieht man sogleich, warum die Anzahl der Zweige an einem Baume, den man versetzen will, vermindert werden muß. Nehmen wir an, daß beim Umsetzen die Hälfte der Wurzeln abgeschnitten werden muß, wie dies gewöhnlich geschieht, so kann der Baum aus der Erde nur halb soviel Nahrung als vorher einsaugen; es muß die verdunstende Oberfläche außerhalb mit der einsaugenden innerhalb der Erde in Verhältniß gebracht, d. h. verkleinert werden."

Den Einfluß der unterdrückten Ausdünstung weist Hales durch die folgenden Beobachtungen an Hopfenpflanzen nach.

„Der Boden eines Morgen Landes, auf welchem 9000 Hopfenpflanzen wachsen, muß diesen Pflanzen durch die Wurzeln im Juli in 12 Tagesstunden 36,000 Unzen Wasser zuzuführen vermögen. Es ist dies die Wassermenge, die sie in dieser Zeit durch Ausdünstung verlieren und die sie nöthig haben, um sich wohl zu befinden.

„So lange die Luft günstig ist, vermindert sich die Menge Wasser, welche ausdünstet, nicht; aber in feuchtem, regnerischem Wetter, wenn es lange anhält, ohne daß trockene sonnige Tage

Digitized by Google

dazwiſchen liegen, wird die zu ihrem Gedeihen und zu ihrer Erhaltung nöthige Transſpiration unterdrückt. Der nicht in Bewegung geſetzte Saft ſtockt und verdirbt, und es erzeugt ſich Schimmel.

„Dieſer Fall ereignete ſich im Jahre 1723, während beſtändiger Regen fiel, welcher 10 bis 12 Tage anhielt. Dieſer Regen begann nach einer viermonatlichen Dürre den 15. Juli. Die ſchönſten und kräftigſten Hopfenpflanzen, Blätter und Früchte waren alle vom Schimmel befallen; minder kräftige entgingen dem Uebel, weil ſie kleiner waren, während die ausgedunſtete Feuchtigkeit von den kräftigſten Pflanzen in ihrem dichten Blätterwerk zurückgehalten wurde.

„Dieſer Regen, nach einer ſo langen Dürre, fand die Erde ſo erhitzt, daß die Kräuter ebenſo ſchnell wie in einem Miſtbeete wuchſen, und die Aepfel wuchſen ſo ſchnell, daß ihr Fleiſch außerordentlich weich blieb und daß ſie in größerer Quantität faulten, als ſeit Menſchengedenken nicht geſchehen war.

„Die Hopfenpflanzer wiſſen, daß, wenn der Schimmel ſich eines Theils des Feldes einmal bemächtigt hat, derſelbe ſich vermehrt und nach allen Seiten hin verbreitet, ſelbſt das Gras, ſowie alles unter dem Hopfen wachſende Unkraut wird davon ergriffen, wahrſcheinlich weil die kleinen Körner dieſer Schimmelpflanzen, welche ſchnell wachſen und bald zur Reife gelangen, durch die Luft auf der ganzen Oberfläche des Feldes verbreitet werden, wo ſie ſich vervielfältigen und manchmal das Feld mehrere Jahre hintereinander anſtecken.“

„Ich ſah,“ ſo berichtet Hales, „im Monat Juli die Ranken in der Mitte der Hopfenfelder von einem Ende zum andern durch einen glühend heißen Sonnenſtrahl ganz verbrannt, und zwar nach einem heftigen Regenguß; in ſolchen Augenblicken ſieht man oft mit bloßen Augen und beſſer noch mit

Digitized by Google

Reflexionsteleskopen die Dämpfe in so großer Masse sich erheben, daß die Gegenstände dunkel und zitternd erscheinen. Auf dem ganzen Felde war keine Ader des Bodens trocken oder kiesig; man muß deshalb dieses Uebel einer Menge heißen Dampfes zuschreiben, die in der Mitte größer war als nach den Seiten hin; sie bildeten dort, wo sie häufiger waren, ein dichteres und demzufolge ein heißeres Medium, als nach den Seiten hin.

„Die Gärtner in London machen häufig ähnliche Erfahrungen, wenn sie nach kalten Nächten die Glasglocken, womit sie Blumenkohlpflanzen bedecken, am Tage nicht lüften und die Feuchtigkeit verdunsten lassen; denn wenn diese Feuchtigkeit sich durch die Sonnenhitze erheben will und durch die Glocke zurückgehalten wird, so bildet sie einen dichten, durchsichtigen Dampf, der die Pflanze verbrüht und tödtet."

Wenn diese Beobachtungen in unsere gegenwärtige Sprache übersetzt werden, so sieht man, mit welcher Schärfe und Genauigkeit Hales den Einfluß der Verdunstung auf das Leben der Gewächse erkannt hat.

Nach ihm ist die Entwickelung und das Gedeihen der Pflanzen abhängig von der Zufuhr von Nahrung und Feuchtigkeit aus dem Boden, welche bedingt wird durch eine gewisse Temperatur und Trockenheit der Atmosphäre. Das Aufsaugungsvermögen der Pflanzen, die Bewegung ihres Saftes ist abhängig von der Ausdünstung, die Menge der aufgesaugten und zu ihrer Thätigkeit nöthigen Nahrung steht im Verhältniß zu der Menge der in einer gegebenen Zeit ausgetretenen (verdunsteten) Feuchtigkeit. Wenn die Pflanze ein Maximum von Flüssigkeit in sich aufgenommen hat und durch eine niedrige Temperatur oder durch anhaltend feuchtes Wetter die Ausdünstung unterdrückt ist, so hört die Zufuhr von Nahrung, die Ernährung, auf, die

Digitized by Google

Säfte ſtocken und verändern ſich, ſie gehen jetzt in einen Zuſtand über, in welchem ihre Theile und Beſtandtheile zu einem fruchtbaren Boden für mikroſkopiſche Gewächſe werden. Wenn nach heißen Tagen Regen fällt, und ſtarke Hitze ohne Wind darauf folgt, und jeder Theil der Pflanze mit einer mit Feuchtigkeit geſättigten Luft umgeben iſt, ſo hört die Abkühlung durch weitere Verdunſtung auf, die Pflanzen unterliegen dem Sonnenbrande.

Digitized by Google

Anhang D.
(Zu Seite 95.)

Untersuchung von Drain-, Lysimeter-, Fluß- und Moorwasser.

1. Drainwasser.

Thomas Way fand im Drainwasser an sieben verschiedenen Feldern folgende Bestandtheile (Journ. of the royal agric. Soc. Vol. XVII, 133):

	Grains in 1 Gallon = 70000 Grains Wasser.						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kali	Spur	Spur	0,02	0,05	Spur	0,22	Spur
Natron . . .	1,00	2,17	2,26	0,87	1,42	1,40	3,20
Kalk	4,85	7,19	6,05	2,26	2,52	5,82	13,00
Magnesia . .	0,68	2,32	2,48	0,41	0,21	0,93	2,50
Eisenoxyd und Thonerde . .	0,40	0,05	0,10	—	1,30	0,35	0,50
Kieselsäure .	0,95	0,45	0,55	1,20	1,80	0,65	0,85
Chlor	0,70	1,10	1,27	0,81	1,26	1,21	2,62
Schwefelsäure	1,65	5,15	4,40	1,71	1,29	3,12	9,51
Phosphorsäure	Spur	0,12	Spur	Spur	0,08	0,06	0,12
Ammoniak . .	0,018	0,018	0,018	0,012	0,018	0,018	0,006

Digitized by Google

Ganz ähnliche Reſultate erhielt Dr. Krocker in ſeinen Analyſen von Drainwaſſer von Proſkau (ſ. Liebig und Kopp's Jahresber. f. 1853, 742):

	Drainwaſſer (in 10000 Theilen):					
	a.	b.	c.	d.	e.	f.*)
Organiſche Subſtanz	0,25	0,24	0,16	0,06	0,63	0,56
Kohlenſaurer Kalk	0,84	0,84	1,27	0,79	0,71	0,84
Schwefelſaurer Kalk	2,08	2,10	1,14	0,17	0,77	0,72
Salpeterſaurer Kalk	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Kohlenſaure Magneſia . . .	0,70	0,69	0,47	0,27	0,27	0,16
Kohlenſaures Eiſenoxydul . .	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01
Kali	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06
Natron	0,11	0,15	0,13	0,10	0,05	0,04
Chlornatrium	0,08	0,08	0,07	0,03	0,01	0,01
Kieſelerde	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05
Summe d. feſten Beſtandtheile	4,21	4,25	3,37	1,53	2,58	2,47

2. Lyſimeter-Waſſer.

Das Lyſimeter-Waſſer iſt atmoſphäriſches Waſſer, welches in geeigneten Vorrichtungen (Lyſimeter) durch verſchiedene Bodenarten geht und nach ſeinem Durchgange aufgefangen wird. (Vergl. S. 96.)

Die chemiſche Unterſuchung erſtreckte ſich auf die Waſſer von vier Verſuchsreihen und wurde von Dr. Zöller ausgeführt.

*) a. Drainwaſſer von dem Boden mit dem Untergrund A. geſammelt 1. April 1853. — b. Desgleichen, geſammelt 1. Mai 1853, nach einem Regen von 218 Cubikzoll auf den Quadratfuß. — c. Drainwaſſer des vorhergehenden Bodens, gemiſcht mit dem von einem humoſen Thonboden, mit kalkreichem Letten als Untergrund, im October 1853 unterſucht. — d. Drainwaſſer von dem Boden B, im October 1853 geſammelt. — Durch die Waſſerfurchen von einem ſchweren Thonboden e. Anfangs Juni, f. Mitte Auguſt nach ſtarken Regengüſſen abgelaufenes Waſſer.

Digitized by Google

I. Verſuchsreihe von 1857.

Die analyſirten Waſſer ſtammen von fünf Böden; es ſind die Mengen atmoſphäriſches Waſſer, welche vom 7. April bis 7. October 1857 durch je 1 Quadratfuß Erde von 6 Zoll Tiefe gingen. I. Von gedüngtem Kalkboden mit Vegetation (Gerſte); II. von rohem Thonboden mit Vegetation; III. von rohem Thonboden ohne Vegetation; IV. von gedüngtem Thonboden ohne Vegetation; V. von gedüngtem Thonboden mit Vegetation. — Die Düngung von je I., IV. und V. geſchah mit 2 Pfund Rindermiſt ohne Stroh.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Durch den Boden gegangene Waſſermenge . . .	9845	18575	18148	19790	12302 C.C.
Feſter Rückſtand derſelben bei 100° C.	4,651	4,73	5,291	6,04	3,686 Grm.
Aſche des feſten Rückſtandes	3,127	3,283	3,545	4,245	2,610 „
Kali	0,064	0,044	0,037	0,108	0,047 Grm.
Natron	0,070	0,104	0,135	0,470	0,074 „
Kalk	1,436	1,070	1,285	1,354	1,186 „
Magneſia	0,203	0,165	0,024	0,058	0,063 „
Eiſenoxyd	0,013	0,119	0,150	0,114	0,053 „
Chlor	0,566	0,177	0,379	0,781	0,434 „
Phosphorſäure	0,022	Spur	Spur	Spur	Spur
Schwefelſäure	0,172	0,504	0,515	0,580	0,412 „
Kieſelſäure	0,103	0,210	0,317	0,188	0,115 „
Thon und Sand	0,089	0,074	0,112	0,045	0,047 „
Summe . . .	2,738	2,467	2,954	3,698	2,381 Grm.
Ab das dem Chlor entſprechende Aeq. Sauerſtoff .	0,127	0,040	0,085	0,176	0,095 „
Summe . . .	2,611	2,427	2,869	3,522	2,286 Grm.
Glühverluſt u. Kohlenſäure	2,040	2,303	2,422	2,518	1,400 „
Summe . . .	4,651	4,730	5,291	6,040	3,686 Grm.

Digitized by Google

1 Million Liter Waſſer, durch Böden von 6 Zoll Tiefe und der beſchriebenen Beſchaffenheit gegangen, enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.
					Grm.
Feſter Rückſtand bei 100° C. getrocknet	472,32	254,64	292,64	305,20	291,50
Darin Aſche	317,62	176,74	194,78	214,50	212,16
					Grm.
Kali	6,50	2,37	2,03	5,46	3,82
Natron	7,11	5,60	7,43	23,74	6,02
Kalk	145,86	57,60	70,80	68,41	92,34
Magneſia	20,52	8,88	1,32	2,93	5,12
Eiſenoxyd	1,32	6,35	8,26	5,76	4,30
Chlor	57,49	9,52	20,87	39,46	35,27
Phosphorſäure . . .	2,23	—	—	—	—
Schwefelſäure . . .	17,47	27,13	27,82	29,30	33,49
Kieſelſäure (lösliche) .	10,46	11,35	17,46	9,50	9,34

II. Verſuchsreihe von 1858.

Die analyſirten Waſſer rühren von ſechs Böden her; es ſind die Mengen atmoſphäriſches Waſſer, welche vom 10. Mai bis 1. November 1858 durch je 1 Quadratfuß Erde von 12 Zoll Tiefe gingen. Der Boden war gewöhnlicher ungedüngter Alluvialkalkboden der Iſarauen. Als Anbaupflanze war die Kartoffel gewählt. I. Ungedüngt und ohne Vegetation; II. ungedüngt mit Vegetation; III. Düngung: 10 Grm. Kochſalz, mit Vegetation; IV. Düngung: 10 Grm. Chiliſalpeter, mit Vegetation; V. 10 Grm. Guano, mit Vegetation; VI. Düngung: 20 Grm. mit Salzſäure (?) aufgeſchloſſener und pulverförmig erhaltener Phosphorit, mit Vegetation.

Digitized by Google

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Durch den Boden gegangene Wassermenge . .	29185	25007	28138	17466	16520	30850 C. C.
Fester Rückstand derselben bei 100° C. . .	8,985	8.214	14,198	7,681	4,864	8,001 Grm.
Asche des festen Rückstandes	6,591	6,094	12,292	5,533	3,704	6,192 „
Natron	0,250	0,245	3,290	1,255	0,301	0,233 Grm.
Kali	0,075	0,066	0,034	0,035	0,032	0,029 „
Magnesia	0,432	0,443	0,454	0,264	0,382	0,374 „
Kalk	2,416	2,467	2,356	1,792	1,378	2,645 „
Eisenoxyd	0,115	0,083	0,104	0,083	0,096	0,117 „
Chlor	0,227	0,237	3,925	0,177	0,317	0,238 „
Phosphorsäure	React.	React.	0,009	React.	0,007	0,015 „
Salpetersäure	—	—	—	3,267	—	—
Schwefelsäure	0,132	0,147	0,118	0,182	0,197	0,666 „
Kieselsäure	0,266	0,301	0,384	0,303	0,226	0,224 „
Sand	0,155	0,237	0,155	0,105	0,062	0,083 „
Summe . . .	4,068	4,226	10,829	7,463	2,998	4,644 Grm.
Ab das dem Chlor entsprechende Aeq. Sauerst.	0,051	0,053	0,884	0,039	0,071	0,053 „
Summe . . .	4,017	4,163	9,945	7,424	2,927	4,591 Grm.
Glühverlust u. Kohlensäure	4,968	4,051	4,253	0,257	1,937	3,410 „
Summe . . .	8,985	8,214	14,198	7,671	4,864	8,001 Grm.

Digitized by Google

1 Million Liter Waſſer, durch Böden von 10 Zoll Tiefe und der beſchriebenen Beſchaffenheit gegangen, enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Feſter bei 100° C. getrockneter Rückſtand	307,86	328,46	504,58	439,76	294,42	259,35 Grm.
Darin Aſche . . .	225,83	243,69	436,84	374,04	224,21	200,71 „
Natron	8,56	9,79	116,92	71,85	18,22	7,55 Grm.
Kali	2,56	2,63	1,20	2,00	1,93	0,94 „
Magneſia	14,80	17,71	16,13	15,11	23,18	12,12 „
Kalk	82,78	98,65	83,73	102,59	83,41	85,73 „
Eiſenoxyd	3,94	3,31	3,69	4,75	5,81	3,79 „
Chlor	7,77	9,47	139,49	10,13	19,18	7,71 „
Phosphorſäure . .	—	—	0,31	—	0,42	0,48 „
Salpeterſäure . . .	—	—	—	187,04	—	—
Schwefelſäure . . .	4,52	5,87	4,19	10,42	11,09	21,59 „
Kieſelſäure	9,11	12,03	13,64	17,34	13,68	7,26 „

III. Verſuchsreihe von 1859.

Die analyſirten Waſſer ſtammen von ſechs Böden; es ſind die Mengen atmoſphäriſches Waſſer, welche vom 20. März bis 16. November 1859 durch je 1 Quadratfuß Erde von 12 Zoll Tiefe gingen. Der Boden war gewöhnlicher ungedüngter Alluvialkalkboden der Iſarauen (Gartenboden). Alle Böden waren angepflanzt mit Gras. I. Ungedüngt; II. Düngung: 17,8 Grm. ſalpeterſaures Kali; III. Düngung: 15,4 Grm. ſchwefelſaures Kali; IV. Düngung: 17,8 Grm. ſalpeterſaures Kali und 3,66 Grm. Phosphorit aufgeſchloſſen mit 2 Grm. Schwefelſäure; V. Düngung: 15,4 Grm. ſchwefelſaures Kali und 3,66 Grm. wie oben aufgeſchloſſener Phosphorit; VI. Düngung: 12,3 Grm. kohlenſaures Kali.

Digitized by Google

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Durch den Boden gegangene Wassermenge	20201	14487	20348	17491	23205	22488 C. C.
Fester Rückstand derselben bei 100° C.	4,5631	11,4272	15,1967	13,6805	20,784	5,5878 Grm.
Asche des festen Rückstandes	3,192	8,861	13,644	10,681	17,668	4,614 „
Natron	0,044	0,069	0,083	0,030	0,085	0,038 Grm.
Kali	0,024	0,166	0,205	0,231	0,244	0,112 „
Magnesia	0,253	0,302	0,296	0,285	0,320	0,117 „
Kalk	1,530	3,483	5,360	4,838	7,112	1,963 „
Eisenoxyd	0,072	0,057	0,072	0,084	0,088	0,053 „
Chlor	0,035	0,080	0,202	0,132	0,283	0,127 „
Phosphorsäure . . .	React.	React.	React.	React.	React.	React.
Schwefelsäure . . .	0,289	0,205	6,527	2,104	9,124	1,524 „
Salpetersäure . . .	1,125	5,913	1,301	5,248	1,401	1,390 „
Kieselsäure	0,178	0,271	0,208	0,230	0,280	0,269 „
Sand	0,044	0,021	0,036	0,025	0,056	0,097 „
Summe . . .	3,594	10,567	14,290	13,207	18,993	4,690 Grm.
Ab das dem Chlor entsprechende Aequivalent Sauerstoff .	0,007	0,018	0,045	0,029	0,063	0,028 „
Summe . . .	3,587	10,549	14,245	13,178	18,930	4,662 Grm.
Glühverlust und Kohlensäure	0,9761	0,8782	0,9517	0,5025	1,854	0,9258 „
Summe . . .	4,5631	11,4372	15,1967	13,6805	20,784	5,5878 Grm.

Digitized by Google

1 Million Liter Wasser, durch Böden von 1 Fuß Tiefe und der beschriebenen Beschaffenheit gegangen, enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Fester bei 100° C. getrockneter Rückstand	225,38	788,78	746,84	782,14	895,66	248,48	Grm.
Darin Asche	158,00	611,64	670,52	610,65	761,36	205,17	„
Natron	2,17	4,76	4,07	1,71	3,66	1,68	Grm.
Kali	1,18	11,45	10,07	13,20	10,51	4,98	„
Magnesia	12,52	20,84	14,54	16,29	13,79	5,20	„
Kalk	75,73	240,42	263,41	276,59	306,48	87,29	„
Eisenoxyd	3,56	3,93	3,53	4,80	3,79	2,35	„
Chlor	1,73	5,52	9,92	7,54	12,19	5,64	„
Schwefelsäure	14,30	14,15	320,76	120,29	393,19	23,30	„
Salpetersäure	55,69	408,15	63,93	300,04	60,37	61,76	„
Kieselsäure	8,81	18,70	10,32	13,14	12,06	11,96	„

IV. Versuchsreihe von 1859/1860.

Diese Versuchsreihe ist eine directe Fortsetzung der dritten. Die den Analysen dienenden Wasser gingen durch dieselben Bodenarten, durch welche schon die in der dritten Versuchsreihe erhaltenen Wasser gegangen waren. — Die IV. Versuchsreihe dauerte vom 16. November 1859 bis zum 12. April 1860.

Digitized by Google

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Durch den Boden gegangene Wassermenge	13500	12332	13760	13150	15232	14850 C. C.
Fester Rückstand derselben bei 100° C.	2,424	2,205	2,860	2,640	3,172	2,691 Grm.
Asche des festen Rückstandes	2,071	1,682	2,395	2,086	2,599	2,220 „
Natron	0,021	0,024	0,028	0,022	0,028	0,019 Grm.
Kali	Spur	0,008	0,012	0,009	0,015	0,015 „
Magnesia	0,065	0,058	0,069	0,074	0,070	0,063 „
Kalk	0,770	0,859	1,016	0,938	0,952	1,057 „
Eisenoxyd	0,061	0,066	0,097	0,075	0,135	0,049 „
Chlor	0,140	0,042	0,093	0,068	0,091	0,084 „
Phosphorsäure . . .	React.	React.	React.	React.	React.	React.
Salpetersäure . . .	0,025	0,101	0,043	0,077	0,029	0,046 „
Schwefelsäure . . .	0,119	0,099	0,487	0,474	0,527	0,185 „
Kieselsäure u. Sand*)	0,170	0,144	0,118	0,153	0,123	0,136 „
Summe . . .	1,371	1,401	1,963	1,890	1,970	1,654 Grm.
Ab das dem Chlor entsprechende Aequiv. Sauerstoff .	0,024	0,009	0,020	0,015	0,020	0,018 „
Summe . . .	1,347	1,392	1,943	1,875	1,950	1,636 Grm.
Glühverlust u. Kohlensäure	1,077	0,813	0,917	0,765	1,222	0,955 „
Summe . . .	2,424	2,205	2,860	2,640	3,172	2,691 Grm.

*) Sandmenge sehr unbedeutend.

Digitized by Google

1 Million Liter Wasser, durch Böden von 10 Zoll Tiefe und der beschriebenen Beschaffenheit gegangen, enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Fester bei 100° C. getrockneter Rückstand	179,56	178,80	207,71	200,81	208,24	181,21	Grm.
Asche desselben . .	153,47	136,39	174,07	158,69	170,62	149,49	„
Natron	1,56	1,94	2,04	1,73	1,83	1,27	Grm.
Kali	—	0,64	0,92	0,69	0,98	1,01	„
Magnesia	4,86	4,70	5,02	5,56	4,59	4,24	„
Kalk	57,04	69,49	73,87	71,39	62,50	71,17	„
Eisenoxyd	4,52	5,35	7,06	5,73	8,86	3,29	„
Chlor	10,43	3,40	6,76	5,21	5,97	5,65	„
Salpetersäure . . .	1,91	8,19	3,17	5,91	1,90	3,09	„
Schwefelsäure . . .	8,86	8,02	35,45	36,08	34,59	12,45	„
Kieselsäure (mit etwas Sand) . . .	12,60	11,67	8,60	11,65	8,01	9,15	„

Vergl. Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. 107, S. 27; Ergebnisse landwirthsch. ꝛc. Versuche der Versuchsstation München II. Heft, S. 65 u. III. Heft S. 82.

Digitized by Google

	Wittstein				H. S. Johnson					
	Wasser				Wasser					
	der Ohe		der Isar		des Regen		der Ilz		des Rachelsee	
	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe.	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe.	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe
Chlornatrium . . .	0,00125	0,800	0,00163	0,723	0,0025	3,07	0,0059	6,52	0,0015	2,14
Chlorkalium . . .	0,00198	1,267	0,00413	1,832	0,0058 [1]	7,13 [1]	0,0043 [1]	7,75 [1]	0,0061 [1]	8,73 [1]
Kali	0,01282	8,205	0,00569	2,524	0,0096	11,80	0,0058	6,41	0,0123	17,59
Kalk	0,00463	2,963	0,07830	34,737	0,0154	18,94	0,0092	10,17	0,0010	1,43
Magnesia	0,00165	1,056	0,01574	6,982	0,0026	3,19	0,0029	3,21	—	—
Alaunerde	0,00017	0,108	0,00030	0,133	0,0018 [2]	2,21 [2]	0,0052 [2]	3,75 [2]	0,0012 [2]	1,72 [2]
Eisenoxyd	0,00037	0,237	0,02788	12,368	0,0009	1,10	0,0027	2,97	0,0012	1,72
Schwefelsäure . . .	0,00182	1,165	0,00026	0,115	0,0020	2,46	—	—	—	—
Phosphorsäure . .	0,00525	3,360	0,00232	1,029	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Kieselsäure	0,01131	7,238	0,04955	21,981	0,0072	8,90	0,0095	10,50	0,0025	3,58
Organische Substanz	0,11500	73,601	0,03962	17,576	0,0335 [3]	41,20 [3]	0,0450 [3]	49,72 [3]	0,0441 [3]	63,09 [3]
Gesammtmenge des festen Rückstandes .	0,15625	100,000	0,22542	100,00	0,0813	100,00	0,0905	100,00	0,0699	100,00
Gesammtmenge der unorganischen Bestandtheile	0,04125	—	0,18580	—	0,0478	—	0,0455	—	0,0258	—

[1]) Natron. — [2]) Unlösliche Substanz, Sand. — [3]) Organ. Materie, Kohlensäure (Johnson, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. XCV, S. 226).

Aschen-Analysen von Pflanzen aus der Ohe und Isar.
(Dr. Wittstein.)

	Fontinalis antipyretica*)	
	aus der Ohe	aus der Isar
Chlornatrium	0,346	0,834
Kali	0,460	2,325
Natron	1,745	
Kalk	2,755	18,150
Magnesia	1,133	5,498
Alaunerde	9,272	1,616
Eisenoxyd	17,039	9,910
Manganoxyduloxyd	4,555	0,850
Schwefelsäure	1,648	2,827
Phosphorsäure	Spur	5,962
Kieselsäure	61,000	51,494
Kohlensäure	—	—
Summe	99,953	99,466

*) Die große Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Asche einer und derselben Pflanze rührt nach Herrn Prof. Dr. Nägeli weniger vielleicht von einer Verschiedenheit in dem Gehalte des Wassers, als von dem verschiedenen Alter und mehr vielleicht noch von fremden in das Moos eingenisteten Pflanzen her.

Digitized by Google

4. Moorwasser aus der Umgegend von Schleißheim.

(Dr. Wittstein.)

Die quantitative Zusammensetzung des Wassers ergab sich wie folgt:

	In 1000 Gramm	Prec. der festen Stoffe
Chlornatrium	0,00280	1,101
Kali	0,00022	0,086
Natron	0,00551	2,167
Kalk	0,05266	20,723
Magnesia	0,00921	3,627
Alaunerde	0,00029	0,114
Eisenoxyd	0,00197	0,775
Schwefelsäure	0,00372	1,466
Phosphorsäure	0,00002	0,008
Kieselsäure	0,00069	0,271
Kohlensäure	0,03948	15,595
Organische Substanz	0,13771	54,067
Gesammtmenge des festen Rückstandes	0,25423	100,000
Gesammtmenge der unorganischen Bestandtheile	0,11652	

Digitized by Google

Anhang E.

(Zu Seite 107.)

Vegetation der Landpflanzen in den wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe.

Bei Vegetations-Versuchen mit Landpflanzen in den wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe verdient das Alkalischwerden der Lösungen durch die Vegetation eine Hauptberücksichtigung, indem die Landpflanzen unfehlbar in einer alkalischen Lösung zu Grunde gehen. Es ist bei solchen Versuchen daher stets Sorge zu tragen, die Lösungen neutral (äußerst schwach alkalisch) oder schwach sauer zu erhalten. Knop erfüllte diese Bedingung, indem er seine Pflanzen öfters in frische Lösungen umsetzte, Stohmann, indem er von Anfang an die Pflanzen in schwach saure Lösungen brachte, sie später theils in frische Lösungen umsetzte, theils die alkalische Reaction durch etwas freie Säure immer wieder hinwegnahm.

Das Alkalischwerden der Lösungen durch die darin vegetirenden Pflanzen und die schädliche Wirkung einer alkalischen Lösung auf das Pflanzenwachsthum wurden von Knop und Stohmann beobachtet.

Im Nachfolgenden sind die Versuche von Knop und Stohmann: über die Vegetation der Maispflanze in wässerigen Lösungen mitgetheilt.

I. Die Versuche von Knop.

Knop legte bei den Versuchen mit Mais seine früheren Beobachtungen, welche er bei der Vegetation von Gerste und Kresse gemacht hatte, zu Grunde (siehe Chem. Centralblatt

Digitized by Google

1861. S. 564). Nach diesen bedürfen die Gramineen um zu wachsen weiter nichts, als eine Normallösung A, welche Bittersalz, Kalksalpeter und Kalisalpeter nach der Proportion

$$MgO,SO_3 + 2\,CaO,NO_5 + 2\,KO,NO_5$$

enthält, in welcher phosphorsaures Eisen aufgeschlämmt und phosphorsaures Kali nach Bedürfniß gelöst wird. Den angegebenen Mengen gemäß enthielten von der Normallösung A in Grammen:

	100 C.-C.	500 C.-C.	600 C.-C.
Salpetersäure	0,2160	1,0800	1,2960
Schwefelsäure	0,0495	0,2475	0,2970
Kalk	0,0684	0,3420	0,4104
Talkerde	0,0233	0,1165	0,1398
Kali	0,0940	0,4700	0,5640
	0,4512	2,2560	2,7072

Der Umstand, daß in der ersten Periode, um eine bessere Bewurzelung zu bedingen, mit verdünnterer Lösung gearbeitet wurde, brachte es mit sich, daß von der obengenannten Lösung in dieser Periode 600 C.-C. verbraucht wurden, in allen übrigen Perioden wurden 500 derselben abgemessen, und auf dieses letztere Quantum ist dann die Lösung von phosphorsaurem Kali noch in den angegebenen Rationen hinzugesetzt. Hierdurch erhielten die Mischungen in den fünf Perioden folgende Gesammtzusammensetzung. Das Kali, welches als KO,PO_5, und dasjenige, welches als KO,NO_5 zugesetzt wurde, sind getrennt aufgeführt und durch eine Klammer verbunden.

Periode I. 12 C.-C. Lösung von KO,PO_5*), 600 C.-C. Normallösung A.
Periode II. 10 „ Lösung von KO,PO_5, 500 „ Normallösung A.
P. III. u. IV. 20 „ Lösung von KO,PO_5, 500 „ Normallösung A.
Periode V. 30 „ Lösung von KO,PO_5, 500 „ Normallösung A.

*) 10 C.-C. Lösung enthielten genau 1 Decigramm KO,PO_5.

Digitized by Google

In diesen Lösungen sind enthalten (in Grammen):

	Per. I.	Per. II.	Per. III. u. IV.	Per. V.
Salpetersäure	1,2960	1,0800	1,0800	1,0800
Schwefelsäure	0,2970	0,2475	0,2475	0,2475
Phosphorsäure	0,0750	0,0625	0,1250	0,1875
Kalkerde	0,4104	0,3420	0,3420	0,3420
Talkerde	0,1398	0,1165	0,1165	0,1165
Kali	0,5640	0,4700	0,4700	0,4700
	0,0490	0,0408	0,0816	0,1224
	2,8312	2,3593	2,4626	2,5659

In jeder Mischung mit Ausschluß der von Periode V. wurde dann noch 0,1 Gramm phosphorsaures Eisen aufgeschlämmt.

Was die Zeitdauer dieser Perioden anbetrifft, so sind sie zufällige, d. h. sie sind durch die schwankenden meteorologischen Zustände der Atmosphäre bedingt, aber dadurch normirt, daß jedes Mal, wenn die Pflanze ein bestimmtes Quantum, meist gerade 1 Liter, Wasser durch die Blätter verdunstet hatte, eine Periode begrenzt wurde. Zu dieser Zeit wurde der Rest der Lösungen, in welchen die Wurzeln sich befanden, behufs der Analyse abgezapft und das Gefäß mit neuer Lösung gefüllt.

Im Nachstehenden sind die Ergebnisse der Analysen mit den Hauptmomenten der ganzen Anlage des Versuchs übersichtlich zusammengestellt. Behufs der dabei aufgeführten analytischen Resultate unter A, B, C ist noch zu bemerken, daß in der ersten mit A bezeichneten Spalte jedesmal die ganzen Mengen der einzelnen Säuren und Salze aufgeführt sind, welche die Pflanze in der betreffenden Periode erhielt, die zweite Spalte B die durch Analyse der zurückgelassenen Reste der Lösung noch vorgefundenen Mengen Basen und Säuren angiebt,

Digitized by Google

und die dritte Spalte C die Differenzen A bis B enthält, d. h. die von der Pflanze aufgesogenen Quantitäten Basen und Säuren. Außerdem sind endlich die Verhältnisse der Basen zu einander und das der Talkerde zur Schwefelsäure (berechnet aus Spalte A) angegeben, die Quotienten drücken also die Verhältnisse aus, in welchen diese Stoffe den Pflanzen zu Anfang der Periode gegeben wurden. Zugleich sind darunter mit der Bezeichnung „Aufgesogen" dieselben Verhältnisse, aus Spalte C berechnet, aufgeführt, um überblicken zu lassen, in welchen Verhältnissen die Pflanze (falls sie ein quantitatives Auswählungsvermögen hatte) jene Stoffe ausgewählt hat.

Uebersicht über die der Maispflanze gegebenen und von ihr verbrauchten Nährstoffe.

I. Periode. Anfang den 12. Mai, Ende den 12. Juni. Die Pflanze hat zu Anfang 8 Grm. Lebendgewicht*); — sechs Blätter, von 264 Quadratcentimeter Flächeninhalt; — verdunstetes Wasser in der Periode = 1 Liter. — Diese Periode zerfiel in drei Abschnitte, in welchen zuerst verdünnte Lösungen der Pflanze gegeben wurden, es waren nämlich die Mischungen in

	Abschnitt I.	Abschnitt II.	Abschnitt III.
Lösung von KO, PO_5	2 C.-C.	4 C.-C.	6 C.-C.
Normallösung A	100 „	200 „	300 „
Destillirtes Wasser	198 „	96 „	— „
Summa der Flüssigkeit	300 C.-C.	300 C.-C.	306 C.-C.
Phosphorsaures Eisen	0,1 Grm.	0,1 Grm.	0,1 Grm.

Nachgegossen wurden, in dem Maße, wie die Lösungen von der Pflanze aufgesogen wurden, im

*) Die Maissamen brachte man im Monate April in ausgewaschenem Sand zum Keimen; die jungen Pflanzen hatten am 12. Mai das oben angeführte Lebendgewicht (8 Grm.); beim Trocknen gaben sie kaum mehr Trockensubstanz als der Samen hatte.

Digitized by Google

I. Abschnitte = 80 C.=C. destillirtes Wasser,
II. „ = 350 „ destillirtes Wasser,
III. „ = 570 „ destillirtes Wasser,

1000 C.=C. = 1 Liter.

Die Rückstände von jedem Abschnitte = 300 C.=C. wurden vereinigt analysirt:

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,2960	?	?
Schwefelsäure	0,2970	0,1240	0,1730
Phosphorsäure	0,0750	0,0000	0,0750
Kalkerde	0,4104	0,1480	0,2624
Talkerde	0,1398	0,0640	0,0758
Kali	0,6131	0,2280	0,3851
	2,8313	0,5640	0,9713

Aus der Spalte A berechnen sich die der Pflanze gegebenen Verhältnisse, so wie sie in der ersten Zeile aufgeführt sind; die in der zweiten Zeile aufgeführten sind aus Spalte C berechnet:

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}5$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}1$,

aufgefogen: $\frac{CaO}{MgO} = 3{,}4$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}5$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}2$.

II. Periode. Anfang den 12. Juli, Ende den 20. Juli Lebendgewicht der Pflanze zu Anfang = 65 Grm.; — neun Blätter von 648 Quadratcentimeter Fläche; — 1 Liter Wasser verdunstet; — die Pflanze erhält 0,1 Grm. phosphorsaures Eisen, das auf die Wurzeln aufgeschlämmt wird, die Wurzeln färben sich rostgelb.

Digitized by Google

	A.	B.	C.
Salpeterſäure	1,0800	?	?
Schwefelſäure	0,2475	0,1704	0,0771
Phosphorſäure	0,0625	0,0000	0,0625
Kalkerde	0,3420	0,1912	0,1508
Talkerde	0,1165	0,0860	0,0305
Kali	0,5110	0,3120	0,1990
	2,3595	0,7596	0,5199

Verhältniſſe von Baſen und Säuren zu einander:

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}5$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}1$.

aufgeſogen: $\frac{CaO}{MgO} = 5{,}0$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}3$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}5$.

III. Periode. Anfang den 20. Juli, Ende den 27. Juli. Die Pflanze hat zu Anfang der Periode 73 Grammen Lebendgewicht; — elf Blätter von 720 Quadratcentimeter Flächeninhalt; — 1 Liter Waſſer verdunſtet; — zur Löſung hat ſie 0,1 Grm. phosphorſaures Eiſen erhalten; ſie iſt ſtark bewurzelt. Dieſe Periode iſt dadurch von der vorigen verſchieden, daß die doppelte Menge KO, PO_5 gegeben wurde.

	A.	B.	C.
Salpeterſäure	1,0800	?	?
Schwefelſäure	0,2475	0,1716	0,0759
Phosphorſäure	0,1250	0,0000	0,1250
Kalkerde	0,3420	0,1440	0,1980
Talkerde	0,1165	0,0860	0,0305
Kali	0,5518	0,2160	0,3358
	2,4628	0,6176	0,7652

Verhältniß zwiſchen Baſen und Säuren unter einander:

Digitized by Google

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}5$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}1$;

aufgeſogen: $\frac{CaO}{MgO} = 6{,}1$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}7$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}4$.

IV. Periode. Anfang den 27. Juli, Ende den 1. Auguſt. Die Pflanze hat zu Anfang 147 Grm. Lebendgewicht; — elf Blätter von 1160 Quadratcentimeter Fläche; — 1 Liter Waſſer verdunſtet; zur Löſung noch 0,1 Grm. phosphorſaures Eiſen erhalten; — die Wurzeln färben ſich deutlicher roſtgelb. Die Pflanze erhält nochmals doppelt ſo viel phosphorſaures Kali, als in der zweiten Periode.

	A.	B.	C.
Salpeterſäure	1,0800	?	?
Schwefelſäure	0,2475	0,1374	0,1101
Phosphorſäure	0,1250	0,0000	0,1250
Kalkerde	0,3420	0,1188	0,2232
Talkerde	0,1165	0,0719	0,0446
Kali	0,5518	0,1296	0,4222
	2,4628	0,4617	0,9211

Verhältniſſe zwiſchen Baſen und Säuren unter einander:

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}6$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}1$;

aufgeſogen: $\frac{CaO}{MgO} = 5{,}0$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}8$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}3$.

Um beſtimmen zu können wie weit die Natur bei dieſen künſtlichen Culturen zu erreichen ſei, wurde Mitte Mai derſelbe Mais auch im Garten angepflanzt. Die Gartenpflanzen waren ſo ziemlich gleichen atmoſphäriſchen Verhältniſſen ausgeſetzt wie die Verſuchspflanze. Am 1. Auguſt wog eine Gartenpflanze von genau derſelben Entwickelungsperiode wie die Ver-

Digitized by Google

fuchspflanze, mit ebenfalls funfzehn Blättern und oben sichtbarer männlicher Blüthe 1260 Grm., also das siebenfache der künstlich ernährten Maispflanze. Der Stamm der Gartenpflanze hatte vom untersten Knoten bis zu der aus der Scheide tretenden Blüthenspitze eine Höhe von 150 Centimeter, war also dreimal so hoch als die Versuchspflanze.

V. Periode. Anfang am 1. August, Ende am 10. August. Lebendgewicht zu Anfang = 173 Grm.; — der Stamm ist 52 Centimeter hoch; — in der Mitte der Periode hat die Pflanze funfzehn große und schön grüne Blätter von 1420 Quadratcentimeter Flächeninhalt. — In dieser Periode verdunstete die doppelte Menge Wasser (2 Liter) und da die älteren Wurzeln deutlich rostgelb waren, erhielt die Pflanze kein phosphorsaures Eisen mehr, aber die dreifache Menge phosphorsaures Kali von der in der zweiten Periode.

Am 6. und 7. August ragt die männliche Blüthe, aus sieben einzelnen Aehren bestehend, aus den Blattscheiden ganz hervor, bei 70 Centimeter Höhe des starken Stammes. Am 7. August erscheint eine vollkommene weibliche Blüthe. Am 9. beginnen die Antheren zu stäuben.

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,0800	?	?
Schwefelsäure	0,2475	0,1640	0,0835
Phosphorsäure	0,1875	0,0020	0,1855
Kalkerde	0,3420	0,1236	0,2184
Talkerde	0,1165	0,0790	0,0370
Kali	0,5927	0,1894	0,4033
	2,5662	0,5580	0,9277

Verhältnisse zwischen Basen und Säuren unter einander:

Digitized by Google

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}7$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}1$;

aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 5{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}8$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}3$.

Da die Pflanze in dieser Periode blühte und frühere Versuche gezeigt hatten, daß zur Blüthezeit ausgegrabene Maispflanzen in bloßem Brunnenwasser noch reife Samen brachten; desgleichen durch Zusammenaddiren der Salzmengen, welche die Pflanze in den einzelnen Perioden im Verhältniß zu ihrer Zunahme an Lebendgewicht in den ersten vier Perioden aufgenommen hatte, sich zeigte, daß sie reichlich so viel Salze enthalten mußte, wie die normale Pflanze im Felde aufnimmt, — setzte man sie von nun an nur mehr in destillirtes Wasser.

VI. Periode. Anfang den 10. August, Ende den 16. August. Lebendgewicht zu Anfang 255 Grm.; — funfzehn nun vollkommen entwickelte Blätter von 2640 Quadratcentimeter Flächeninhalt; — 2 Liter Wasser verdunstet.

Am 10. August stäuben die Antheren fast vollkommen aus. Der Stamm streckt sich schnell und ist am 12., vom Kork an bis zur Blüthenspitze gemessen, 1 Meter hoch. Am 13. erscheint eine zweite weibliche Blüthe, die in Papier eingewickelt wurde, damit sie nicht bestäubt werden konnte. Am 16. August ist die Pflanze 1,1 Meter hoch und später wuchs sie nicht mehr. Der befruchtete Kolben ist am 16. August bereits 2 Decimeter lang und hat unten 4 Centimeter Durchmesser.

Am 16. August zog man das Wasser ab, darin fanden sich

wieder:		nicht wieder:
0,016 Grm.	Kali,	Schwefelsäure (zweifelhafte Trübung mit Chlorbarium),
0,008 „	Kalk,	Talkerde,
0,001 „	Phosphorsäure.	Eisen und Kieselsäure.

Digitized by Google

Aus dem Umstande, daß in dieser Lösung keine Kieselsäure enthalten war, ergiebt sich, daß das Glasgefäß im Laufe von einer bis zwei Wochen so gut wie Nichts durch Verwittern an die Lösungen abgiebt.

VII. Periode. Anfang den 16. August, Ende den 4. September.

Die Pflanze hat am 16. August 280 Grm. Lebendgewicht,

Morgens 9 Uhr	am 22.	„	316	„	„
Abends 9 Uhr	am 22.	„	320	„	„
„ „	am 28.	„	330	„	„
„ „	am 1.	Septbr.	327	„	„
„ „	am 4.	„	317	„	„

vom 1. September an ging das Gewicht zurück, indem die Blätter trockneten, und es wurde fernerhin, da diese Abnahmen zufällige sind, nicht weiter gewogen.

Die Blätter schrumpfen ein. Die Pflanze hat in der Periode $3^1/_2$ Liter Wasser verdunstet. Sie ist in dieser Periode, um sicherer zu ermitteln, was für Salze durch Endosmose in das Wasser zurückgingen, in ein Gefäß von 1,5 Liter Inhalt gestellt, man hat das Wasser durch tägliches Nachgießen auf demselben Niveau erhalten und zum Schlusse nur so weit aufsaugen lassen, daß 1 Liter Rückstand blieb. In diesem Liter Wasser wurde wiedergefunden:

0,031 als kohlensaurer Kalk in der Lösung vorhanden gewesener Kalk,

0,007 als kohlensaure Talkerde in der Lösung vorhanden gewesene Talkerde,

welche Mengen beider Salze mit einander in der Schale, nach dem Abdunsten des Wassers, ungelöst zurückbleiben, wenn der eingetrocknete Rückstand mit Wasser ausgezogen wird.

Digitized by Google

In dem Wasser, womit der Rückstand in der Schale ausgezogen wurde, fanden sich gelöst folgende Stoffe:

0,020 Kalkerde,	nebst einer organischen Materie,
0,0006 Phosphorsäure,	welche die Kupferoxydkalilösung
0,0034 Kali,	reducirte *).

In dieser letzten Lösung fand sich keine Spur Eisen, Schwefelsäure und Talkerde.

Wie die vorstehenden Analysen erweisen, muß die ernährende Lösung für die Gramineen nach der Proportion:

$MgO, SO_3 + 4\,CaO, NO_5 + 4\,KO, NO_5 + x\,KO, PO_5$

zusammengesetzt sein.

(Man vergleiche: Chemisches Centralblatt 1861. S. 465, 564 u. 945.)

II. Die Versuche von Stohmann.

Die unabhängig angestellten Versuche Stohmann's stimmen in ihren Hauptresultaten mit denjenigen von Knop überein. Nach diesen Versuchen wächst die Maispflanze und erreicht ihre Ausbildung, wenn Anfangs Mai der in Wasser gekeimte Maissamen, nachdem er Wurzeln getrieben, in eine Lösung gesetzt wird, welche die Nährstoffe der Maispflanze im Verhältnisse enthält, wie sie die Aschenanalyse nachweist, welcher ferner noch so viel salpetersaures Ammoniak zugefügt ist, daß auf je 1 Theil Phosphorsäure der Lösung 2 Theile Stickstoff kommen und die endlich mit destillirtem Wasser bis zu einer Concentration von 3 pro Mille verdünnt ist. Hierbei müssen die Pflan-

*) In allen Perioden schieden die Pflanzen organische Substanzen aus; in den letzten Perioden jedoch am meisten.

Digitized by Google

zen an einem sonnigen Orte wachsen, das durch die Blätter verdunstete Wasser täglich durch destillirtes Wasser ersetzt und die Lösung auf ihre Reaction geprüft werden. Die Lösung muß nämlich immer schwach sauer reagiren und diese Reaction durch zeitweiligen Zusatz einiger Tropfen Phosphorsäure erhalten bleiben. Werden diese Bedingungen erfüllt, so bekömmt man, ohne daß es nothwendig wäre eine künstliche Kohlensäurequelle zu eröffnen, bloß unter Mitwirkung der atmosphärischen Kohlensäure völlig ausgebildete Pflanzen, unter günstigen Umständen von 7 Fuß Höhe*).

Die Stohmann'schen Versuche erstreckten sich weiter auf den Einfluß, welchen die Entziehung eines Nährstoffes auf die Entwickelung der Maispflanzen übte, und hier differiren seine Resultate mit denen von Knop. Während in den Versuchen Knop's die Maispflanze sich vollständig entwickelte ohne Kieselsäure, Natron und Ammoniak, gab Stohmann in allen seinen Versuchen Kieselsäure und fand außerdem, daß die Pflanzen bei völliger Entziehung von Ammoniak und selbst Natron sich nicht gehörig entwickelten.

Entzog Stohmann den Pflanzen das Ammoniak vollständig und gab statt dessen Salpetersäure, so entwickelten sich die Pflanzen in den ersten 10 bis 12 Tagen ganz gut, dann aber wurden die Pflanzen hellgelblich grün und die Vegetation war eine äußerst langsame.

Wurde den Pflanzen nach einmonatlicher Vegetation etwas Ammoniak zugefügt (salpetersaures oder auch essigsaures), so starben sie sehr rasch. Ohne solchen Zusatz dauerte die bleichsüch-

*) Nach Knop scheiden die in wässeriger Lösung vegetirenden Maispflanzen noch fortwährend Kohlensäure durch ihre Wurzeln aus.

Digitized by Google

tige Vegetation fort, sie starb nicht, und doch kann man auch nicht sagen, daß sie lebte*).

Bei dem Vegetationsversuche, wobei das Natron fehlte, ergab sich, daß die Maispflanze dasselbe im Anfange entbehren kann, aber bei seinem völligen Ausschlusse sehr bald zurückbleibt.

Der salpetersaure Kalk der Normallösung wurde in einem anderen Versuche durch das gleiche Aequivalent salpetersaurer Magnesia ersetzt. Das Wachsthum der Maispflanze blieb nach kurzer Zeit sehr zurück, nur wenige kleine, magere Blättchen entwickelten sich. Durch Zusatz von etwas salpetersaurem Kalk zur vegetirenden Pflanze wurde jedoch die merkwürdigste Veränderung hervorgerufen. Schon nach fünf Stunden erwachte die fast vier Wochen stationär gebliebene Vegetation und ihre weitere Fortentwickelung geschah auf das Beste. — Eine Pflanze ohne den nachherigen Zusatz von salpetersaurem Kalk blieb stationär; von einem Wachsthume war keine Rede. Die Maispflanze bedarf also bei Beginn ihres Wachsthumes sogleich des Kalkes.

In dem Versuche, wobei die Magnesia durch salpetersauren Kalk ersetzt war, gestaltete sich der Versuch wie bei dem Fehlen des Kalkes. Hier war die Vegetation gleichfalls eine äußerst dürftige; der Einfluß zugesetzter Magnesia, in Form des salpetersauren Salzes, übte auch hier die günstigsten Wirkungen, nur traten sie nicht so rasch ein wie beim Kalk.

Auch bei vollkommen entzogener Salpetersäure entwickelte sich die Maispflanze nicht. Freilich waren bei diesem Versuche theilweise die Alkalien sowie die alkalischen Erden als schwefelsaure Salze und Chlorverbindungen gegeben; Chlor und Schwefelsäure finden aber nur bis zu einem gewissen Grade

*) Man vergl. Knop: Chem. Centralbl. 1862, S. 257.

Digitized by Google

Verwendung im pflanzlichen Organismus. Daſſelbe gilt vom Verſuche: ohne Stickſtoff.

Beim Fehlen eines Nährſtoffes gelangen alſo nach dieſen Verſuchen die Pflanzen nicht zur Entwickelung, und von einer vollſtändigen Vertretung eines Nährſtoffes durch einen andern ähnlichen kann daher nicht die Rede ſein. Ein anderes dürfte es jedoch mit der gegenſeitigen *theilweiſen* Vertretung ähnlicher Nährſtoffe ſein und *Stohmann* wird auch dieſe Frage in Angriff nehmen.

Die Form, in welcher die Nährſtoffe gegeben wurden, war die folgende*):

Die *Kieſelſäure* wurde immer als kieſelſaures Kali gegeben. Das noch fehlende *Kali* als Salpeter. Bei der Verſuchsreihe (3.), welche ohne Salpeterſäure ausgeführt werden ſollte, wurde ſtatt deſſen ſchwefelſaures Kali angewandt.

Die *Phosphorſäure* als phosphorſaures Natron $2\,NaO\,.\,HO.PO_5 + 24\,HO$; in der 5. Verſuchsreihe, bei der das Natron ausgeſchloſſen wurde, als Kaliſalz $2\,KO.HO\,.\,PO_5$, von dem eine concentrirte Löſung von beſtimmtem Gehalt an Kali und Phosphorſäure dargeſtellt wurde. Da das phosphorſaure Natron mehr Natron enthält, als für die Zuſammenſetzung der Aſche erforderlich iſt, ſo war in den Flüſſigkeiten für die Verſuchsreihen 1 bis 7 ein Ueberſchuß dieſer Baſe, ſpäter wurde entſprechend weniger phosphorſaures Natron, dafür mehr Kaliſalz angewandt.

Die *Schwefelſäure* als ſchwefelſaure Magneſia, mit Aus-

*) Um alle Stoffe in Löſung zu bringen und die alkaliſche Reaction aufzuheben, wurde nach der gehörigen Verdünnung mit Waſſer tropfenweiſe ſoviel verdünnte Salzſäure, ſpäter Phosphorſäure zugeſetzt, bis ein gutes Lackmuspapier gerade ſchwach geröthet wurde.

Digitized by Google

nahme von 7., wo ſchwefelſaures Ammoniak gegeben wurde. Die fehlende Magneſia wurde in Form von ſalpeterſaurer Magneſia hinzugefügt.

Das Eiſenoxyd in Form von reinem, ſublimirtem Chlorid.

Der Kalk als ſalpeterſaures Salz, bei 3. als Chlorcalcium.

Das Ammoniak als ſalpeterſaures, ſchwefelſaures Salz oder als Salmiak.

Es war nun nicht zu vermeiden, daß von dem einen oder dem anderen Stoffe nicht ein größerer oder geringerer Ueberſchuß angewandt wurde. Namentlich gilt dieſes vom Natron und vom Chlor. Wie weit dieſe Abweichungen gingen zeigt folgende Tabelle:

Digitized by Google

Versuchsreihen.

	Beabsichtigte Zusammensetzung	1. Normal	2. Ohne Ammoniak	3. Ohne Salpetersäure	4. Ohne Stickstoff	5. Ohne Natron	6. Ohne Kalk	7. Ohne Magnesia
Kali	35,9	35,9	52,0	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9
Natron	1,0	8,0	8,0	8,0	8,0	—	1,0	1,0
Kalk	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	—	19,2
Magnesia	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	13,7	—
Eisenoxyd	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Schwefelsäure	5,2	5,2	5,2	26,9	26,9	5,2	5,2	5,2
Chlor	1,3	19,7	3,1	66,5	16,8	3,1	3,1	3,1
Phosphorsäure	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
Kieselsäure	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
Stickstoff	18,2	18,2	18,2	18,2	—	18,2	18,2	18,2

Digitized by Google

Uebersicht der Erntegewichte.

Versuchsreihe	Pflanze	Pflanzentheil	Trockensubstanz Grm.	Aschengehalt Grm.	Aschengehalt Proc.	Organische Substanz Grm.	Verhältniß des Samengewichts zum Erntegewicht nach Abzug der Asche
Pflanze aus	dem Garten	Wurzeln	10,36				
		Stamm	52,39	15,24	11,4	—	—
		Blätter	42,39				
		Kolbenblätter . .	28,51				
		Körner	190,14	3,42	1,8	—	—
		3 Kolben	22,66	0,54	2,4	—	—
		Ganze Pflanze . .	346,45	19,20	5,5	327,25	1 : 3147
I.	A	Wurzeln	3,92				
		Stamm	9,67	3,97	13,1	—	—
		Blätter	11,79				
		Kolbenblätter . .	4,91				
		Kolben u. Körner	34,09	0,82	2,4	—	—
		Ganze Pflanze . .	64,38	4,79	7,5	59,59	1 : 573
	B	Stroh	27,36	4,35	15,9	—	—
		Kolben	4,24	0,14	3,4	—	—
		Körner	24,57	0,56	2,3	—	—
		Ganze Pflanze . .	56,17	5,05	8,9	51,12	1 : 491
	C	„ „ . .	55,52	5,94	10,7	49,58	1 : 477
	D	„ „ . .	62,44	6,49	10,4	55,95	1 : 538
II.	A—C	„ „ . .	1,19	—	—	—	—
	D	„ „ . .	2,39	0,54	22,8	1,85	1 : 18
III.	A. B	„ „ . .	0,204	—	—	—	—
IV.	A	Wurzeln	0,45	0,10	22,8	—	—
		Stamm u. Blätter	1,03	0,17	16,7	—	—
		Ganze Pflanze . .	1,48	0,27	18,2	1,21	1 : 12
	C	„ „ . .	10,90	0,92	8,5	9,98	1 : 96
	D	„ „ . .	39,48	5,57	14,1	33,91	1 : 326
V.	A	„ „ . .	49,63	5,21	10,5	44,42	1 : 427
	B	„ „ . .	32,31	3,36	10,4	28,95	1 : 278
VI.	A	„ „ . .	0,30	—	—	—	—
	B	„ „ . .	84,30	8,22	9,75	76,08	1 : 731
VII.	A	„ „ . .	0,82	0,18	21,4	0,64	1 : 6
	B. C	„ „ . .	6,01	0,82	13,7	5,19	1 : 50

Bemerkungen zur Ueberſicht der Erntegewichte.

I. Pflanzen A, B, C und D vegetirten in Normallöſungen. Die Pflanzen A und B wurden am 1. Juli in die Löſung eingeſetzt, und die Pflanze A am 10. September völlig ausgereift geerntet. Ihre Höhe betrug vom Wurzelanſatz bis zur Spitze 202 Centimeter. Die Pflanze aus dem Gartenboden, mit welcher ſie verglichen wurde, war von mittlerer Größe. — Die Pflanze B, am 27. September geerntet, war völlig ausgebildet und hatte eine Höhe von 127 Centimeter. — Die Pflanzen C und D wurden am 10. Juni in Normallöſung eingeſetzt; ſie erreichten ihre völlige Ausbildung nicht mehr; beide wurden am 28. October geerntet.

II. Beginn des Verſuches in Löſungen ohne Ammoniak am 10. Juni. A und B erhielten am 12. Juli einen Zuſatz von 0,2 Grm. ſalpeterſaurem Ammoniak; am 23. Juli wurden ſie in eine friſche Löſung unter Zuſatz von 0,2 Grm. eſſigſaurem Ammoniak geſetzt; beide Pflanzen ſtarben am 31. Juli ab. — Die Pflanzen C und D bekamen am 4. Auguſt Normallöſung, die mit Phosphorſäure neutraliſirt war. — C ſtarb am 9. Auguſt; D erholte ſich etwas, blieb aber bis zur Ernte am 27. September kümmerlich.

III. Verſuchsreihe ohne Salpeterſäure. Beginn am 10. Juni. Raſches Ende der Pflanzen; am 1. Juli waren A und B ſchon zu Grunde gegangen.

IV. Verſuchsreihe ohne Stickſtoff. Beginn am 10. Juni. In der erſten Woche prächtiges Wachsthum, aber ſchon in der zweiten Stillſtand. A lebte bis zur Ernte am 27. September; Höhe 15 Centimeter, Länge der Wurzeln 82 Centimeter. — Die Pflanzen C und D bekamen am 11. Juli jede 0,2 Grm. ſalpeterſaures Ammoniak, am 17. Juli nochmals dieſelbe Menge.

Digitized by Google

Der Einfluß dieser Salze war rasch bemerkbar. Am 4. August bekamen C und D Normallösung. Ernte der Pflanze D am 27. September, Höhe 75 Centimeter. Die Pflanze D war am 15. November (Ernte) noch völlig gesund, ihre Höhe betrug 120 Centimeter.

V. Versuchsreihe ohne Natron. Beginn den 10. Juni. Die anfängliche Vegetation sehr üppig, Ende Juli blieben jedoch die Pflanzen zurück. Am 4. August erhielten die Pflanzen Normallösung; zwei starben, hingegen entwickelten sich A und B weiter. Ernte der Pflanze A am 30. October, von B an demselben Tag. Höhe von A 205 Centimeter; B verkrüppelt.

VI. Versuchsreihe ohne Kalk. Beginn den 10. Juni. Pflanze A hatte den 17. Juli eine Höhe von 2 Centimeter erreicht; ihr Wachsthum machte keine Fortschritte. B erhielt am 1. Juli 0,1 Grm. Kalk als salpetersaures Salz und am 4. August Normallösung. Kräftiges Wachsthum; sie hatte am 15. November vier Stämme von resp. 107, 95, 75, 70 Centimeter Höhe, diese mit Blättern besetzt und mit acht stark entwickelten Kolben.

VII. Versuchsreihe ohne Magnesia. Beginn den 10. Juni. — Verhielten sich wie in der VI. Versuchsreihe. A geerntet als kein Fortschritt in der Vegetation sich bemerkbar machte. B und C erhielten am 17. Juli 0,1 Grm. Magnesia und am 4. August Normallösung. Ernte am 27. September. Höhe von B = 23 Centimeter; von C = 42 Centimeter. Beide hatten männliche Blüthen, die aber keinen Samenstaub bildeten, während weibliche Blüthen nicht vorhanden waren.

Stohmann schließt aus seinen Versuchen — gestützt auf den Vergleich seiner Versuchspflanzen mit solchen, die im Boden gewachsen waren, und zwar sowohl bezüglich des Erntegewichtes als auch des Aschengehaltes aus der Aschenzusammensetzung —, daß man zwar im Stande sei, eine Maispflanze in eine Wasser-

Digitized by Google

pflanze zu verwandeln, daß aber die Maispflanze nicht normal in wäſſerigen Löſungen ihrer Nährſtoffe zu wachſen vermöge. Außerdem ergebe ſich auch mit Beſtimmtheit aus den Verſuchen, daß der Boden eine beſtimmte Rolle bei der Pflanzenernährung ſpiele — Abſorption der Alkalien — und daß die Pflanzen bei der Aufnahme der Nährſtoffe ſelbſtthätig mitwirken müßten.

(Man vergleiche: Henneberg's Journal für Landwirthſchaft 1862, S. 1, und Annal. der Chemie und Pharmacie Bd. CXXI, S. 285.)

Digitized by Google

Anhang F.

(Zu Seite 111.)

Vegetationsversuche mit Bohnen in gepulvertem Torf.

Zur Vervollständigung der Seite 111 beschriebenen Vegetationsversuche sind im Nachstehenden die Resultate der Gesammternte noch gegeben.

Trockensubstanz der Bohnenpflanzen in Grammen.

	1. Topf 1/1 gesättigt	2. Topf 1/2 gesättigt	3. Topf 1/4 gesättigt	4. Topf roher Torf
Samen	93,240	66,127	50,463	7,069
Schoten	25,948	18,393	13,658	2,631
Blätter	19,420	15,797	12,477	1,979
Stengel	26,007	20,107	15,710	5,676
Wurzel	58,399	36,368	25,411	3,063
Gesammtgewicht	223,014	156,792	117,719	20,418

Diese Zahlen bestätigen vollkommen die allein aus den Samengewichten gezogenen Schlußfolgerungen. Die Gewichte der Gesammternte verhalten sich, das des rohen Torfes als Einheit gesetzt, zu diesem wie:

1 : 5,7 : 7,7 : 10,9;

Digitized by Google

oder setzt man das Erntegewicht im $^1/_4$ gesättigten Torf zu 2 und vergleicht damit das im $^1/_2$ und $^1/_1$ gesättigten Torfe erhaltene, so ergeben sich die Verhältnisse:

2 : 2,7 : 3,8.

Wird das Erntegewicht, welches der eine Torf für sich lieferte, von den anderen Erträgen abgezogen und das Gewicht der Ernte im $^1/_4$ gesättigten Torfe zu 2 gesetzt, so verhalten sich dazu die Erträge im $^1/_2$ und $^1/_1$ gesättigten Torfe, wie

2 : 2,8 : 4,2.

Digitized by Google

Anhang G.

(Zu Seite 249.)

Aus dem Bericht an den Minister für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten in Berlin über die japanische Landwirthschaft.

Von Dr. H. Maron,
(Mitglied der preußischen ost-asiatischen Expedition).

1. Abschnitt.

Boden und Düngung.

Das japanische Inselreich erstreckt sich zwischen dem 30. und 45. Grade nördlicher Breite und hat seinem Wärmedurchschnitte und seiner Wärmevertheilung nach ein Klima, welches alle Abstufungen zwischen dem des mittleren Deutschlands und Oberitaliens in sich schließt. Eine vereinsamte, nicht recht zur Entwickelung gekommene tropische Palme steht friedlich neben der nordischen Kiefer, der Reis und die Baumwollenstaude neben dem Buchweizen und der Gerste. Ueberall auf den Hügelketten, welche wie ein unregelmäßiges feinmaschiges Netz das ganze Land überziehen, dominirt die Kiefer und drückt der Landschaft jenen heimathlich nordischen Charakter auf, der dem reisenden Nordländer, wenn er aus der Gluth und Ueberfülle der Tropenwelt an diese Gestade kommt, so wohlthuend ins Auge fällt. Im Thale dagegen dominirt der tiefe Süden durch Reis, Baumwolle, Yams und Bataten. Die

Digitized by Google

Uebergänge von der Kiefer zur Baumwolle, von der Höhe zum Thal werden durch Hunderte von Fußpfaden und schmalen Hohlwegen reizvoll vermittelt; in buntem Gemisch umgeben uns Lorbeern, Myrten, Cypressen, Thuyen und vor Allem die fettglänzende Camelie.

Das Land ist vulkanischen Ursprunges und seine ganze Oberfläche gehört dem Tuff und dem Diluvium an; alle Höhenzüge bestehen aus einem braunen, ungemein feinen, doch nicht allzufetten Thon; die Erde der Thäler dagegen ist mit geringen Modificationen durchgängig eine schwarze, lockere und tiefe Gartenerde, die ich gelegentlich bei Abgrabungen auf 12 bis 15 Fuß Tiefe in gleicher, wenn auch etwas festerer Qualität verfolgen konnte. Darunter liegt wahrscheinlich eine undurchlassende Thonschicht; und wie die Thonschichten der Berge bei dem starken und häufigen Regenfall zahlreiche Quellen erzeugen, die überall zur Hand sind und ohne große Kunst und Mühe zur Bewässerung verwendet werden können, so gestattet die Undurchlässigkeit des Thalbodens ihn beliebig in einen Sumpf zu verwandeln, den z. B. der Reis verlangt.

Wie man nun auch geneigt sein mag, die Frage bei sich zu entscheiden, ob der gegenwärtige Reichthum des Bodens lediglich ein künstliches Product einer mehrtausendjährigen Cultur sei, oder ob dieser Reichthum ursprünglich da war und dem Volke die Arbeit im Boden lieb und werth gemacht hat, so muß doch so viel zugestanden werden, daß in dem Thongehalt der Abschwemmungen, in einem milden Klima und in einem Reichthum von Wasser alle Bedingungen und die bequemsten Mittel zu einer hohen Cultur gegeben waren.

Ein arbeitsames, geschicktes und nüchternes Volk hat alle diese Mittel sorgsam und verständig benutzt und den Betrieb der Landwirthschaft zu einer wahrhaft nationalen Arbeit ge-

Digitized by Google

macht. Dies Volk hat es verstanden, die Landwirthschaft auf der höchsten Stufe ihrer Vollkommenheit zu erhalten, obgleich der Betrieb derselben nur in der Hand von Bauern und kleinen Leuten liegt, der Ackerbauer persönlich erst in der 6. und zwar vorletzten Classe der gesellschaftlichen Rangordnung steht, und kein japanischer Gentleman Landwirth ist. Anstalten zu seiner Ausbildung sind nicht vorhanden; keine landwirthschaftlichen Vereine, keine Akademien, keine periodische Presse vermitteln irgend einen Lurus des Wissens. Der Sohn lernt einfach vom Vater, und da der Vater genau eben so viel weiß, als Großvater und Urgroßvater wußten, und da er es genau eben so macht wie irgend ein Landwirth auf der anderen Seite des Reiches, so ist es gleichgültig, bei wem und wo er seine Studien macht. Eine gewisse kleine Summe von Wissen, die sich seit Urzeiten so bewährt hat, daß sie als positives Wissen betrachtet werden muß, kann dem Schüler in keinem Falle entgehen und bildet gleichsam ein unveräußerliches Erb-Wissen.

Ich muß bekennen, daß mich in manchen Augenblicken ein Gefühl tiefer Beschämung ergriff, wenn ich gegenüber diesem einfachen Wissen und der sicheren und streitlosen Anwendung desselben auf die Praxis heimwärts gedachte. Wir nennen uns ein Culturvolk, ein gebildetes Volk; höchste Intelligenzen sind dem Ackerbau zugewendet; überall erstreben Vereine, Akademien, chemische Laboratorien und Versuchswirthschaften eine Erweiterung und Verbreitung des Wissens. Und doch, wie wunderbar, daß wir daheim trotz alledem noch über die ersten und einfachsten wissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues in heftiger, oft erbitterter Fehde liegen und daß aufrichtige Forscher bekennen müssen, die Summe ihres positiven, unantastbaren Wissens sei noch unendlich klein; wie selt-

Digitized by Google

sam ferner, daß diese geringe Summe positiven Wissens noch so unvermittelt mit der großen Praxis steht.

Unter den großen Fragen, welche bei uns noch brennende, hier aber im Laboratorium einer tausendjährigen Erfahrung längst entschieden sind, muß ich zuerst als der wichtigsten der Düngungsfrage gedenken. Nichts kann vor allen Dingen für den rationell gebildeten Landwirth der alten Welt, der sich unwillkürlich gewöhnt hat, England mit seinen Wiesen, seinem enormen Futterbau und seinen Massviehheerden und trotz alledem mit seinem starken Verbrauch von Guano, Knochenmehl und Rapskuchen als das Ideal und den einzig möglichen Typus wirklich rationeller Wirthschaft zu betrachten, — nichts kann ihm überraschender sein, als ein Land in noch weit höherer Cultur zu sehen, — ohne Wiesen, ohne Futterbau, ohne ein einziges Stück Vieh (weder Nutz- noch Zugthier) und ohne die geringste Zufuhr von Guano, Knochenmehl, Salpeter oder Rapskuchen. Das ist Japan.

Ich kann mich eines Lächelns nicht erwehren, wenn ich mich erinnere, wie auf meiner Durchreise durch England einer der Koryphäen der dortigen Landwirthschaft in Hinweis auf seinen reichen Viehstapel mit kathedermäßiger Haltung die folgenden Sätze so ernst und strict als möglich meinem Gedächtnisse als das geheimnißvolle non plus ultra der Weisheit zu imprägniren suchte: Je mehr Futter, desto mehr Fleisch; je mehr Fleisch, desto mehr Dünger; je mehr Dünger, desto mehr Körner. Der Japaner kennt diese Schlußfolgerung gar nicht; er hält sich einfach an das eine Unbestreitbare: Ohne fortlaufenden Dünger keine fortlaufende Production. Von dem, was ich dem Boden entnehme, ersetzt ihm einen kleinen Theil die Natur (worunter er Luft und Regen versteht); den anderen Theil muß ich ihm ersetzen; wodurch, ist vor der Hand gleich-

Digitized by Google

gültig. Daß die Producte des Landes erst durch den menschlichen Körper gehen müssen, ehe sie zu ihrer Heimath zurückkehren, ist für die Düngung selbst nur ein nothwendiges Uebel, das immer mit Verlusten verknüpft ist. Die Nothwendigkeit des Mittelgliedes der Viehhaltung begreift er vollends nicht. Wie viel unnütze und kostspielige Arbeit müsse es verursachen, das Product des Bodens erst durch Vieh auffressen zu lassen, das so mühsam und kostspielig aufzuziehen sei, und mit viel größeren Verlusten das verknüpft sein müsse! Wie viel einfacher es doch sei, das Korn selbst zu verzehren und den Dünger selbst zu machen.

Es sei jedoch fern von mir, die so differirenden Endpunkte, zu denen die Entwickelung der landwirthschaftlichen Culturgeschichte beider Völker geführt hat, dazu benutzen zu wollen, die Gestaltung unserer Landwirthschaft zu verdammen und die der japanischen à conto einer tieferen Einsicht ungebührlich zu erheben. Die Verhältnisse haben es eben so mit sich gebracht, und zwar ist Folgendes hauptsächlich dafür maßgebend gewesen. Die Religion verbietet den Japanern Fleisch zu essen, und zwar den Anhängern beider Hauptsekten, den Sintoisten sowohl als den Buddhaisten. Da sie ihnen aber nicht nur den Genuß des Fleisches, sondern überhaupt alles dessen verbietet, was vom Thiere kommt (Milch, Butter, Käse), so fällt damit der eine große Zweck unserer Viehhaltung fort. Auch das Schaf, nur seiner Wolle wegen gehalten, würde sich ohne Verwerthung des Fleischkörpers nicht rentiren können; eine Einsicht, zu der man ja selbst in Deutschland nach und nach zu gelangen scheint.

Ein zweiter Grund, der die Viehhaltung überflüssig macht, ist die Kleinheit aller Wirthschafts-Einheiten, die jedoch nicht zu verwechseln ist mit Zerstückelung des Grundeigenthums.

Digitized by Google

Aller Grund und Boden gehört dem Fürsten, den Großen des Landes, die es in Lehne und Afterlehne an den niederen Adel vergeben haben; da aber die Adligen den Ackerbau nicht selbst betreiben können, haben sie ihre Lehnsgüter parcellenweise verpachtet oder vererbpachtet; die gegenwärtige Vertheilung und Gliederung des Bodens scheint seit undenklichen Zeiten zu bestehen, und für die anfängliche Begrenzung der Parcellen ist wohl die natürliche Lage oder der Wasserlauf eines Baches maßgebend gewesen; die Größe dieser Parcellen, die unter einer Bewirthschaftung sich befinden, variirt von etwa 2 bis 5 Morgen. Da nun dieses kleine Terrain noch oft von Zu- und Ableitungsgräben durchschnitten wird, so findet man selten ein so großes Stück Feld, daß ein Zugthier mit Vortheil darauf verwendet werden könnte.

Diese Verhältnisse sind bei uns wesentlich anders. Wir glauben ohne eine Fülle von Fleisch nicht in Kraft existiren zu können, obgleich wir täglich das Beispiel vor Augen haben, daß unsere Arbeiter, welche die Kraft doch mindestens eben so bedürfen, wie wir, größtentheils unfreiwillige Buddhaisten sind. Die Wirthschafts-Einheiten sind noch immer so groß, daß an eine durchgängige Bearbeitung mit der Hand nicht gedacht werden kann, abgesehen davon, daß die Preisverhältnisse zwischen Arbeitslohn und Product eine so intensive Behandlung nur in den seltensten Fällen gestatten. Daß aber die Cultur des Bodens in der ganzen Welt genau in geradem Verhältnisse steht zu der Parcellirung des Bodens, ist eine Thatsache, deren Realität und Bedeutung erst recht in die Augen springt, wenn man von Norddeutschland über England nach Japan reist.

Der einzige Düngererzeuger in Japan ist also der Mensch, und es liegt auf der Hand, daß der Aufbewahrung, Zubereitung und Verwendung seiner Excremente die größte Sorgfalt

Digitized by Google

gewidmet ist. Da dieses ganze Verfahren, wie ich glaube, viel Lehrreiches für uns enthält, so halte ich jetzt, auf die Gefahr hin, ästhetisches Gefühl zu verletzen, für meine Pflicht, dasselbe so detaillirt als möglich mitzutheilen.

Der Japaner baut seinen Abtritt nicht wie wir in einen möglichst entfernten Winkel des Hofes mit halb offener Hinterfront, welche dem Regen und Wind freien Zugang gestattet, sondern er macht ihn zu einem wesentlichen und geschlossenen Theile seines Hauses. Da er den Begriff „Stuhl" überhaupt nicht hat, so entbehrt auch das gewöhnlich sehr sauber gearbeitete, oft tapezirte oder lackirte Kabinet der bei uns üblichen Sitzbank, und ein einfaches, länglich viereckiges Loch, welches der Quere nach der Eintrittsthür gegenüber läuft, ist bestimmt, die Excremente in den unteren Raum zu führen. Indem er die Oeffnung der Breite nach zwischen seine Beine nimmt, verrichtet er in hockender Stellung sein Geschäft mit der größten Reinlichkeit. So oft ich auch in den Wohnungen selbst der kleinsten und ärmsten Landbebauer dieses Cabinet untersuchte, stets fand ich eine vollkommene Sauberkeit darin vor. Ich finde, daß in dieser Construction etwas Praktisches liegt. Wir bauen bei uns über den Miststätten und hinter den Scheunen Abtritte für die Hofleute und Tagearbeiter, und versehen dieselben mit Bänken und runden Löchern darin; aber selbst, wenn wir nur eine einzelne Sitzplatte darin anbringen, so habe ich doch allzu oft gesehen, daß der ganze Abtritt nach wenigen Tagen einem schlechten Schweinestall viel ähnlicher geworden war, als einem menschlichen Abtritte, und zwar einfach deshalb, weil auch unsere Arbeiter eine entschiedene, vielleicht natürliche Vorliebe für die hockende Stellung haben. Die Construction des japanischen Abtritts zeigt, daß diesen Leuten geholfen werden kann.

Digitized by Google

Unter jener viereckigen Oeffnung steht ein Gefäß, um die Excremente aufzunehmen; gewöhnlich ein der Oeffnung entsprechend wannenförmig construirter Eimer mit überstehenden Ohren, durch welche eine Tragestange geschoben werden kann; öfter auch ein großer irdener Henkeltopf, wozu der hiesige Thon ein ausgezeichnetes Material liefert. In einigen seltenen Fällen, und auch das nur in Städten, fand ich auf dem Boden dieses Gefäßes und auch wohl zwischen geschichtet eine Lage Spreu oder grobes Häcksel, ein Verfahren, welches, wenn ich nicht irre, auch bei uns seit einiger Zeit empfohlen ist. Sobald nun dieses Hausgefäß voll ist, wird es herausgenommen und in einen der größeren Düngerbehälter entleert. Diese Düngerbehälter sind entweder im Felde selbst oder im Hofe angelegt und bestehen in großen, fast bis zum Rande in die Erde eingelassenen Fässern oder enormen Steintöpfen von 8 bis 12 Cubikfuß Inhalt. Dies sind die eigentlichen Düngerbereiter. Die Behandlung in diesen Behältern ist folgende: Die Excremente werden ohne irgend einen Zusatz mit Wasser verdünnt, und zwar so lange, bis unter tüchtigem Umrühren die ganze Masse sich zu einem vollständig fein vertheilten und innig verbundenen Brei verwandelt hat; bei Regenwetter wird die Grube dann durch ein daneben stehendes verschiebbares Dach zugedeckt, bei klarem Wetter aber dem Winde und der Sonne ausgesetzt. Die festen Bestandtheile des Breies senken sich allmälig und gehen in Gährung über, das Wasser verdunstet. In dieser Zeit hat der Hausabtritt eine neue Auffüllung geliefert; es wird wieder Wasser zugesetzt, das Ganze gut durcheinander gerührt und gerade so behandelt, wie die erste Auffüllung. In dieser Weise wird fortgefahren, bis die Grube voll ist; dann läßt man sie nach der letzten Auffüllung und nochmaliger vollständiger Durchrührung je

Digitized by Google

nach der Witterung 2 bis 3 Wochen oder bis zum Gebrauche stehen; niemals aber wird der Dünger frisch verwendet.

Dieses ganze Verfahren zeigt, daß die Japaner durchaus keine Anhänger der Stickstofftheorie sind und daß es ihnen lediglich um die festen Bestandtheile des Düngers zu thun ist. Sie geben das Ammoniak sorglos der Zerlegung durch die Sonne und der Verflüchtigung durch den Wind preis, schützen aber die festen Bestandtheile desto sorgfältiger vor Auswaschung und Wegschwemmung.

Da aber der Ackerbauer die Rente seines Grundstückes nicht in Geld, sondern in einem Procentsatz seines Naturalertrages an seinen Verpächter oder Lehnsherrn abtragen muß, so ist er in einem vollständigen logischen Gedankengange der Meinung, daß die Lieferung seines Hausabtritts nicht hinreichen würde, eine allmälige Erschöpfung seines Bodens zu verhindern, trotz des tiefen Reichthums desselben und trotzdem, daß der nächste Bach oder Canal, dem er sein Bewässerungsmaterial entnimmt, ihm mit seinem Wasser unzweifelhaft düngende Bestandtheile zuführt. Er hat deshalb auch überall, wo sein kleines Feld an öffentliche Straßen, Fußwege und Steine stößt, an den Grenzen desselben Tonnen oder Töpfe eingegraben, deren Benutzung dem reisenden Publicum dringend ans Herz gelegt ist, und wie tief das Verständniß von dem ökonomischen Werthe des Düngers von den höchsten bis in die niedrigsten Schichten der Gesellschaft hinabgedrungen ist, dafür mag als Beweis die Angabe dienen, daß ich auf den vielen Wanderungen, die ich in die entlegensten Thäler und in die Höfe und Hütten der ärmsten Leute gemacht habe, niemals und in keinem noch so verborgenen Winkel eine Spur von menschlichen Excrementen auf der freien Erde gesehen habe. Bei uns auf

Digitized by Google

dem Lande liegen sie zu Hunderten neben dem Abtritt und in allen Winkeln des Hofes. — Daß dieser von wohlwollenden Reisenden hinterlassene Dünger dieselbe Behandlung erfährt, als der Familiendünger, bedarf wohl keiner Ausführung.

Den Excrementen des Ackerbaues gesellen sich aber noch andere Stoffe zu, die seinem Boden nicht entnommen waren, und die daher einen ferneren Import von Düngstoffen repräsentiren. In allen Flüssen, Bächen und Canälen und namentlich in den vielen kleinen Meeresbuchten wimmelt es von einer Unzahl eßbarer Fische, deren Genuß dem Japaner erlaubt ist; eine Erlaubniß, von der er denn auch einen sehr ausgedehnten Gebrauch macht. Fische, Krebse und Schnecken werden in Masse verzehrt und kommen schließlich als ein sehr schätzbarer Beitrag von außen dem Abtritt und damit dem Felde zu Gute.

Der japanische Landwirth bereitet auch Compost. Da er kein Vieh besitzt, also die Verwerthung seines Strohes und aller Wirthschaftsabgänge durch den thierischen Körper entbehrt, muß er diesen ganzen Theil der Production seines Bodens demselben ohne „Animalisation" einverleiben. Die Quintessenz der dabei angewendeten Methoden ist einfach eine Concentration der Stoffe. Gehacktes Stroh, überflüssige Spreu, die auf der Straße aufgelesenen Excremente der Lastpferde, Köpfe und Kraut der Rüben, Schalen der Yams und Bataten und alle etwaigen Wirthschaftsabgänge werden sorgfältig mit etwas Rasenerde gemischt, in Form kleiner Kartoffelmieten gebracht, angefeuchtet und mit einem Strohdache versehen. Nicht selten habe ich in diesen Composthaufen auch Schalen von Muscheln und Schnecken gefunden, welche die meisten Bäche im Ueberflusse mit sich führen, und, wo irgend das Meeresufer nahe ist, in jeder beliebigen Quantität zu haben sind. Ab und zu wird der Haufen befeuchtet und umgestochen

Digitized by Google

und ſo geht der ganze Proceß der Abfaulung unter der kräftigen Einwirkung der Sonne raſch vor ſich. Sehr oft habe ich auch, wenn reichlich Stroh vorhanden war, oder der Dünger verwendet werden ſollte, ehe er reif war, das ungemein abkürzende Verfahren geſehen, ihn ſtatt durch Gährung durch Feuer zu reduciren.

Die auf dieſe Weiſe halb verkohlte und veraſchte Maſſe konnte dann ſofort gebraucht werden und wurde, ſoweit meine Beobachtungen reichten, ſtets als Samendünger unmittelbar auf den Samen geſchüttet.

Ich glaube, daß auch die Behandlung dieſes Compoſtdüngers einen Beleg für die Behauptung liefert, daß dem japaniſchen Landwirth die Stickſtoffverbindungen gleichgültig ſind, und daß er alle organiſchen Subſtanzen vor der Anwendung zur Düngung ſorgfältig zu zerſtören beſtrebt iſt. Es ſteht dies im genaueſten Zuſammenhange damit, daß es dem Japaner um eine möglichſt raſche Verwerthung ſeines Düngers zu thun iſt.

Um dieſen Zweck zu erreichen, bedient er ſich außer der beſchriebenen Zubereitung ſeines Düngers noch zweier Hülfsmittel:

1. er verwendet ſoweit als möglich und namentlich ſtets ſeinen Hauptdünger, den Dünger der Abtritte, in flüſſiger Form;
2. er kennt keine andere als Kopfdüngung.

Sobald er zu einer Saat ſchreiten will, wird das Feld, wie ſpäter genauer beſchrieben werden ſoll, in Furchen gelegt und der Same mit der Hand hineingeſtreut; darüber kommt eine dünne Lage gut vertheilten Compoſtes und über dieſe ſchließlich Abtrittsdünger in flüſſiger und ſehr verdünnter Form. Die Verdünnung geſchieht in den Trageeimern, in denen der Dünger aus den Hauptdüngerbehältern zur Saatfurche ge-

Digitized by Google

tragen wird, weil nur auf dieſe Weiſe eine gleichmäßig ſtarke Miſchung und gute Durcharbeitung möglich iſt. Die vollendete Gährung (Reife) des Düngers geſtattete es, ihn gefahrlos mit dem Samenkorn in unmittelbare Berührung zu bringen, und ſogleich den erſten feinen Wurzeltrieb kräftig zu unterſtützen.

Vielleicht iſt dieſes Düngungsverfahren der Japaner in ſeiner Totalität bei uns noch nicht anwendbar; gewiß aber können wir von dieſen alten Praktikern einige Lehren vertrauensvoll acceptiren, und ſollten, da der gute Erfolg ihnen ſo auffallend zur Seite ſteht, dahin ſtreben, ſie unſeren Verhältniſſen angemeſſen zu modificiren und wenigſtens als Princip überall zur Geltung zu bringen:

1. Möglichſte Concentration des Düngers, die mit einer weſentlichen Koſtenerſparniß verbunden ſein muß. (Wenn ich anführte, daß der Japaner unbekümmert um Stickſtoffverbindungen iſt, und daß ſich ſein Feld dennoch in hoher Cultur befindet, ſo iſt damit natürlich keineswegs der Beweis geliefert, daß es nicht noch beſſer ſein würde, wenn er gleichzeitig den Stickſtoff fixiren könnte. Kann man, was ich bezweifle, ein praktiſcheres Verfahren auffinden, ein Verfahren, welches beide Vortheile mit einander verbindet, — deſto beſſer! Ehe wir aber das beſſere haben, ſollten wir das Gute nehmen.)
2. Kopfdüngung, die freilich an die Reihencultur gefeſſelt iſt.
3. Flüſſige Düngung; nicht in der extravaganten Geſtalt, in welcher ſie ſich in England Bahn zu brechen ſuchte, ſondern in einer unſeren Verhältniſſen angepaßten Ausdehnung.*)

*) In einer Anmerkung verweiſt hier der Herr Verf. auf ſeinen aus England eingeſendeten Bericht, welchen wir im XXXVIII. Bande S. 417 u. flgd. abgedruckt haben. D. Red.

Digitized by Google

Als Schlußsatz will ich die Nachricht benutzen, daß

4. der Japaner keine Frucht ohne Dünger baut.

Er giebt zu jeder Aussaat oder zu jeder Pflanze nur so viel Dünger, als dieselbe zu einer vollständigen Entwickelung bedarf. Um Bereicherung des Bodens für die Zukunft ist es ihm durchaus nicht zu thun; er will nichts, als eine reichliche Ernte von seiner jedesmaligen Aussaat. Wie oft hört man bei uns noch diesen Dünger jenem vorziehen, weil er „nachhaltiger" sei; und wie sind wir mit all' unserer weisen Vorsicht für die Zukunft hinter den Japanern zurückgeblieben, die nur für die nächste Ernte zu sorgen scheinen. Da sie zu jeder Frucht düngen und der Begriff „Brache" in unserer Form ihnen ganz unbekannt ist, müssen sie ihre jährliche Düngerproduction auf die ganze Fläche ihres Ackers vertheilen; dies ist ihnen allein durch Reihensaat und Kopfdüngung möglich.

Unser langer strohiger Mist und die Verschwendung desselben über die ganze Fläche des zu düngenden Feldes stehen diesem rationellen Verfahren schreiend gegenüber.

Der Dünger in den Städten unterliegt, wie ich hier noch beifügen will, keinerlei Behandlung, keinerlei künstlichen Umarbeitung in Guano und Poudrette; wie er da ist, geht er alle Abende und alle Morgen hinaus in alles Land, um nach kurzer Zeit als Bohne oder Rübe wieder zurückzukehren; Tausende von Kähnen gehen am frühen Morgen hoch aufgestapelt mit Eimern voll des werthvollen Stoffes durch die Wasserstraßen der Städte und vertheilen den Segen bis tief ins Land hinein. Es sind förmliche Düngerposten, die mit Regelmäßigkeit kommen und gehen, und man wird zugestehen, daß ein gewisses Märtyrerthum dazu gehört, Conducteur einer solchen Post zu sein. Abends begegnet man langen Reihen von ländlichen Kulies, welche die Producte des Landes am Morgen zur Stadt

Digitized by Google

gebracht haben, nun beladen mit 2 Eimern Dünger, nicht etwa in fester, consistenter Form, sondern genau in jener frischen Mischung, in der er sich naturgemäß in einem guten Abtritte vorfindet. Karawanen von Saumpferden, welche oft 50 bis 60 Meilen weit Fabrikate aus dem Innern (Seide, Oel, Lackwaaren ꝛc.) nach der Hauptstadt gebracht haben, sind nun heimwärts befrachtet mit Körben oder Eimern, nur daß man hier Sorge getragen hat, feste Excremente auszuwählen.

So entsteht vor uns das großartige Bild einer vollendeten Circulation von Naturkräften; kein Glied in der Kette geht verloren; eins reicht dem andern die Hand.

Ich kann mir einen Rückblick auf uns selbst und eine Parallele nicht versagen. Wir verkaufen in unseren großen Wirthschaften einen Theil unserer Bodenkraft in Form von Korn, Rüben oder Kartoffeln, aber unsere Wagen, welche diese Producte zur Stadt oder zur Fabrik gefahren haben, bringen keinen Ersatz zurück — ein Glied in der Kette fällt aus. Einen andern Theil verfüttern wir mit großen Viehheerden; auch von diesem geht wieder ein beträchtlicher Theil in der Form von Mastvieh, Milch, Butter oder Wolle in die Welt hinaus und kehrt nicht mehr zurück — ein zweites Glied fällt aus. Einen dritten kleinen Theil verzehren wir selbst mit unseren Arbeitern; dieser Theil wenigstens könnte uns ganz zu Gute kommen, wenn wir ihn sorgfältiger, verständiger, japanischer zu verwenden wüßten; oder will Jemand ernstlich behaupten, daß in unseren Wirthschaften der Abtrittsdünger von irgend welcher nennenswerthen Bedeutung ist? Ich glaube, daß auf einem Gute von 1000 Morgen der Abtrittsdünger noch nicht hinreichen würde, einen halben Morgen zu bedüngen. So bleibt uns denn bei der gegenwärtigen Organisation unserer Wirthschaften aus der Summe der Bodenkraft, die wir in den

Digitized by Google

Ernten dem Boden entnehmen, nichts als der Theil übrig, den unſer Vieh uns als Miſt zurückläßt, — ein kleiner Theil, wenn wir erwägen, wie voluminös er iſt und wie concentrirt dagegen die Bodenkraft war, die wir als Körner, Milch oder Wolle verkauften.

Man wird mir einwenden, daß es doch wunderbar ſei, wie wir gerade bei unſerem Syſtem der großen Viehhaltungen Güter ſichtlich in Cultur und zu hohen Erträgniſſen bringen. Die Thatſache geſtehe ich zu; es fragt ſich nur, was ſie bedeutet. Man muß ſich vor allen Dingen über den Begriff „Cultur" klar werden. Wenn unter „Cultur" die Fähigkeit des Bodens verſtanden wird, hohe Erträgniſſe nachhaltig, d. h. als einen wirklichen Zins des Bodencapitals zu erzeugen, ſo leugne ich, daß unſere Güter (vielleicht mit wenigen Ausnahmen) in Cultur ſind. Wir haben ſie aber durch gute Bearbeitung und durch eine beſondere Methode der Düngung in einen Zuſtand verſetzt, der die ganze Bodenkraft disponibel gemacht hat, und der uns deshalb augenblicklich hohe Erträge giebt; aber es ſind nicht die Zinſen, die wir von unſerer Bodenkraft einſammeln, es iſt das Capital ſelbſt. Je flüſſiger wir daſſelbe machen, je ſchneller werden wir es bei unſerem Wirthſchaftsſyſteme erſchöpft ſehen. Wir nennen das nur fälſchlich Cultur. Die beſondere Methode der Düngung aber, deren ich vorhin erwähnte, beſteht darin, daß wir ſo viel als möglich Stickſtoffverbindungen dem Boden einpfropfen. Nun iſt das Ammoniak und Genoſſen unzweifelhaft ein ausgezeichneter Cultivateur; er verſteht es, ſchlummernde Bodenkräfte zu wecken; aber er iſt doch ſchließlich nichts weiter, als ein Banquier, der uns gefällig den Thaler, den wir verausgaben können, in etwa zwanzig Silbergroſchen wechſelt; nun geben wir die Thaler ſchnell genug aus, und

Digitized by Google

darum giebt es bei uns eine so große Partei, welche den gefälligen Banquier liebt und vertheidigt.

Das ist der große Unterschied zwischen der europäischen und japanischen Cultur. Die europäische ist Scheincultur, und der Betrug wird über kurz oder lang zu Tage kommen; die japanische ist wirkliche, wahre Cultur; die Erträgnisse des Bodens sind Zinsen der Bodenkraft. Da der Japaner weiß, daß er von den Zinsen zu leben hat, ist seine erste Sorge darauf gerichtet, daß das Capital nicht verringert wird; er giebt nur dann mit der einen Hand nach außen, wenn er mit der anderen nehmen kann, und er nimmt aus seinem Boden niemals mehr, als er ihm giebt; er forcirt nichts durch große Zufuhren von Stickstoffverbindungen.

Darum gewähren die Felder in Japan durchaus nicht durchgängig jenen blendenden üppigen Anblick, den wir bisweilen bei uns genießen; auf seinen Aeckern stehen keine undurchdringlichen sechs bis acht Fuß hohe Strohwälder, keine 100pfündigen Rüben mit 99 Pfund Wasser, es ist nichts Extravagantes in dem Anblick der japanischen Ernten; was sie aber werthvoll vor den unsrigen auszeichnet, ist ihre Sicherheit und ihre Gleichmäßigkeit seit Jahrtausenden. Erst Durchschnitt ist Rente.

Verlangt man aber noch nach einem Beweise dafür, daß die Cultur in Japan eine wirklich hohe und die Production eine große ist, so möge die Notiz dazu dienen, daß ein Land von der Größe Großbritanniens, ein Land, von dem man annehmen kann, daß es seiner bergigen und oft gebirgigen Beschaffenheit wegen höchstens zur Hälfte culturbaren Acker besitzt, nicht nur mehr Einwohner enthält als Großbritannien, sondern dieselben auch erhält. Während dieses bekanntlich alljährlich für viele Millionen dem Auslande tributpflichtig wird,

Digitized by Google

führt Japan, seitdem seine Häfen geöffnet sind, jährlich nicht unbedeutende Quantitäten von Lebensmitteln aus.

---

2. Abschnitt.
Bearbeitung des Bodens.

„Tiefcultur ist ein Stichwort unserer modernen Tagesliteratur, und man darf wohl sagen, daß sich wenigstens das Princip allgemein zur Anerkennung gebracht hat. Der einzige bedingungsweise Einwurf, den man dagegen erhebt, ist die Behauptung, daß die Einführung desselben ein großes Düngercapital erfordere. Aber auch die begeistertsten Anhänger dieser Theorie daheim können sich schwerlich ein Bild von einer so allgemein und in so hohem Grade durchgeführten Tiefcultur entwerfen, als sie in Japan wirklich vorhanden ist.

Dem Japaner ist sein Stück Feld ein Material geworden, das er beliebig formt und verwendet; etwa wie ein Schneider aus einem Stücke Zeug nach Begehr Mantel, Röcke, Hosen oder Westen schneidet und beliebig eins in das andere umformt. Heute steht Weizen auf einem Feldstück; in acht Tagen ist derselbe geerntet, die Hälfte des Feldes ist ein von Wasser tief getränkter Sumpf geworden, in den der Pächter bis in die Knie einsinkend Reis pflanzt; die andere Hälfte aber steht daneben als ein um 2 bis $2^1/_2$ Fuß über das Reisfeld sich erhebendes breites und trockenes Beet, auf welches Baumwolle, Bataten oder Buchweizen gesäet wird; oder es ist auch wohl ein Viereck mitten im Felde zum Beet und ein breiter Rand rund herum zum Reisfelde gemacht, und da das Wasser die Oberfläche des letztern immer flach bedecken muß, so läßt sich schließen, daß die Planirung sorgfältig und immer nach der Wasserwage geschehen sein muß.

Digitized by Google

Diese ganze Arbeit ist während der kurzen Zeit von dem Wirth und seiner kleinen Familie ausgeführt. Daß sie mechanisch so schnell ausführbar war, ist ein Beweis für die tiefe Lockerheit des Bodens, selbst nach einer Ernte; und daß der Mann das thun durfte, unbekümmert um die Resultate der nächsten Ernte, ist ein Beweis von dem tiefen Reichthum des Bodens. Erst wenn sich Lockerheit mit Reichthum so verbinden, kann von einer wahren Tiefcultur die Rede sein.

Das gegebene Bild ist kein fingirtes Beispiel, kein Phantasiegemälde, sondern der getreue Abdruck von Thatsachen, die ich zu Hunderten gesehen habe. Nimmt man an, daß der-Reis doch mindestens 1 bis $1^1/_2$ Fuß cultivirten Bodens verlangt, und addirt man dazu die halbe Höhe des aufgeworfenen Beetes mit 1 bis $1^1/_4$ Fuß, so erhält man eine Culturtiefe von 2 bis 3 Fuß.

Dieses Verfahren, das Feld beliebig in Sumpf- und Hochbeet umzuarbeiten, ist gegenwärtig allerdings in Japan nur noch der Beweis von dem Vorhandensein der Tiefcultur, aber es ist eben so klar, daß es dereinst auch das Mittel dazu gewesen sein muß. Wenn man mit der Vertiefung der Ackerkrume immer so lange warten will, bis man einen Ueberschuß an Dünger hat (ein überhaupt relativer Begriff), so ist vorauszusagen, daß sie in den seltensten Fällen Fortschritte bei uns machen wird. Man kann bekanntlich nicht Schwimmen lernen, ohne ins Wasser zu gehen.

Die Einführung und das beständige Fortschreiten der Tiefcultur ist in Japan unterstützt worden durch das seit undenklichen Zeiten angewendete Verfahren, alle Früchte in Reihen zu bauen. Auch über die Vorzüge dieses Verfahrens sind wir längst unterrichtet; unter den Vortheilen des Hackfruchtbaues wird in den Lehrbüchern stets die dadurch gelegentlich ermög-

Digitized by Google

lichte Vertiefung der Ackerkrume angeführt, und wenigstens unsere Gärtner haben es längst durchgängig adoptirt.

Das volle Verständniß von dem Werthe und der Bedeutung dieses Verfahrens habe ich erst erlangt, nachdem ich seine vollständige und vielgestaltige Durchführung in Japan gesehen habe. Bei uns ist die Reihensaat noch kein in das ganze System unserer Wirthschaftsführung eingreifendes Moment geworden; wir betrachten die Frage nur immer einseitig im Interesse der einzelnen Frucht, welche wir bauen wollen. Der Japaner aber hat sie zu einem Wirthschaftssysteme erhoben und hat sich mittelst desselben von der bei uns erforderlichen Rücksichtnahme auf Fruchtfolge und von der „Zwangsjacke der Schlagwirthschaft" vollständig emancipirt; er ist dadurch in Wahrheit freier Herr über sein Feld geworden. Er hat nicht nur das Hintereinander in ein Nebeneinander verwandelt, sondern auch das bei uns sich theilweise bahnbrechende Princip des Gemengebaues zu seiner höchsten Entfaltung gebracht, indem er das wilde und unwillkürliche Durcheinander aufgehoben und den Gemengebau durch die Reihencultur in eine geregelte und gesetzmäßige Ordnung gebracht hat. Ein Feld wird also folgendermaßen bestellt:

Es ist Mitte October, und augenblicklich Buchweizen die einzige Frucht auf diesem Ackerstück; er steht in Reihen von 24 bis 26 Zoll Entfernung; in den dazwischen liegenden, jetzt leeren Reihen waren im Frühjahre, nachdem der Weizen geerntet war, kleine Wasserrüben gesäet; auch diese sind bereits geerntet und der ganze Zwischenraum zwischen dem Buchweizen wird nun mit der Hacke so tief bearbeitet, als die Instrumente irgend reichen. Ein Theil der frischen Erde aus der Mitte wird an den in voller Blüthe stehenden Buchweizen herangezogen; in der Mitte entsteht dadurch eine Furche; da hinein

Digitized by Google

wird Raps oder die graue Wintererbse gesäet, auf die bereits beschriebene Weise gedüngt und Samen und Dünger flach mit Erde bedeckt. Wenn nun Raps oder Erbsen aufgegangen und 1 bis 2 Zoll hoch sind, wird der Buchweizen reif und geerntet; einige Tage darauf sind die Reihen, in denen er stand, gelockert; gereinigt und mit Weizen oder Winterrüben besäet. So folgt Reihe auf Reihe, das ganze Jahr hindurch Ernte auf Ernte. Vorfrucht ist gleichgültig; nur der vorhandene Dünger, die Jahreszeit und die Bedürfnisse der Wirthschaft sind maßgebend für die Wahl der nachfolgenden Frucht. Fehlt Dünger, so bleiben die Zwischenräume so lange brach liegen, bis sich das erforderliche Quantum angesammelt hat.

Das System als Ganzes hat den großen Vorzug, daß es allen Dünger zu jeder Zeit verwendbar macht, daß also das darin ruhende Capital nicht zinslos liegt; dann aber, und das möchte das Wichtigste sein, setzt es die Ernte, also die Bodenkraft, in ein gerades und durch kein „maneuvre de force" getrübtes Verhältniß zu dem vorhandenen Düngercapitale, mit anderen Worten: Einnahme und Ausgabe des Bodens stehen in einer stetigen Balance.

Ich habe dies System in der Nähe großer Städte, wie Yeddo, in besonders fruchtbaren Thälern und in Feldern an den großen Landstraßen in seiner intensivsten Anwendung gesehen; Frucht folgte auf Frucht, Dünger auf Dünger. Hier producirte die Scholle viel mehr, als auf ihr verzehrt werden konnte; aber die große Stadt und die Straßenabtritte lieferten einen neuen Düngerimport, der mit dem Fruchtexport jedenfalls balanciren mußte. Ich habe aber auch Wirthschaften gesehen, abgelegen von der großen Straße, kleinen Hochebenen abgerungen, und offenbar von jüngerem Culturdatum.

Da der Japaner sich nicht gern auf den Höhen anbaut,

Digitized by Google

sondern mit seinem Hause stets das Thal vorzieht, so ist die Zuführung des Düngers hier beschwerlicher und der Zuschuß von Reisenden oder aus den Städten fast außer Frage; hier habe ich bisweilen nur eine Frucht auf jedem Feldstücke gefunden, und die Reihen dennoch so weit auseinander, daß noch eine andere Frucht vollständigen Raum dazwischen gehabt hätte. So wird wenigstens für die Zwischenräume, welche für die Aufnahme der nächsten Saat bestimmt sind, eine gehörige und wiederholte Bearbeitung ermöglicht, und zugleich durch das beständige Heranziehen von frischer Erde an die gegenwärtige Frucht derselben ein weit größeres Bodencapital zur Disposition gestellt, als dies bei irgend einem andern Verfahren möglich wäre. So wird ursprünglich nur die Hälfte des urbar gemachten Feldes (d. h. genau so weit als vorhandener Dünger reicht) zur Production herangezogen, aber sie ist immer bei dieser weitläufigen Reihencultur viel reichlicher, als sie ausfallen würde, wenn man eine zusammenhängende Hälfte anbauen und die andere Hälfte ebenfalls zusammenhängend brachen wollte. Jede gesteigerte Düngerproduction oder Einfuhr von außen befähigt, nach und nach die Zwischenräume ebenfalls zu besäen; es liegt dann nur noch der dritte oder vierte Theil des Feldes in Brache, und zuletzt ist die Cultur vollendet, wenn das ganze Feld das ganze Jahr hindurch in allen seinen möglichen Reihen Früchte trägt.

Wie unähnlich ist doch dieses Verfahren dem unsrigen. Wenn wir ein Stück Erde urbar machen und neu cultiviren, so beginnen wir damit, daß wir 3 bis 4 Ernten von ihm nehmen, ohne ihm irgend welchen Dünger zu geben; erst wenn der Boden ganz erschöpft ist, düngen wir. Der Japaner cultivirt überhaupt nicht, wenn er nicht ein kleines Düngerbetriebskapital besitzt, das er in diesem Boden

Digitized by Google

anlegen kann, und dann bestellt er selbst in diesem Neulande nur genau so viel, als er Dünger hat. Welch tiefes Verständniß von dem Wesen einer nachhaltig rentirenden Landwirthschaft tritt uns in diesem rationellen Verfahren entgegen! An keinem andern Beispiele kann der Unterschied zwischen der europäischen und der japanischen Anschauungsweise so deutlich und so glänzend erkannt werden, als an diesem. Wir schlagen ein Stück Wald ein, roden es, verkaufen das Holz und verkaufen dann die Bodenkraft in drei Halmernten, die wir ohne Dünger genommen haben; vielleicht haben wir die Erschöpfung des Bodens noch durch ein wenig Guano unterstützt; das ganze wirthschaftliche Resultat, das wir dadurch erreicht haben, ist dann kein anderes, als daß wir das bisher erzielte Düngerquantum unseres Gutes auf eine nunmehr vergrößerte Fläche vertheilen müssen. Wenn der Japaner ein Stück Land urbar macht, so findet er einen Boden mit frischer jungfräulicher Kraft vor; nichts kann ihm ferner liegen, als die Idee, diesen Boden zu berauben; indem er von vornherein Ernte und Dünger, Ausgabe und Einnahme, in Gleichgewicht setzt, behält er den Boden in seiner Kraft, und das ist Alles, was er oder irgend ein anderer verständiger Landwirth verlangen kann. (Annal. der preuß. Landwirthschaft, Januarheft 1862.)

Digitized by Google

Anhang H.

(Zu Seite 257.)

Allen Ethnographen und Reiseforschern würden wir vor allen anderen Erkundigungen in fremden Welttheilen die genaueste Berücksichtigung der Frage empfehlen: Wie verhält sich der alljährliche Ertrag all' der verschiedenen Cerealien und Culturpflanzen auf ungedüngtem Boden derselben Stelle bei einer fortgesetzten Reihe von Ernten auf verschiedenen Bodenarten und unter den klimatischen Einflüssen sehr verschiedener Breitegrade? So weit es dem Einsender seit Jahren möglich war hierüber zuverlässige Mittheilungen aus verschiedenen Ländern, besonders der heißen Zone, zu sammeln, scheint eine genaue Prüfung überall den alten, vielverbreiteten Irrthum zu widerlegen: daß unter günstigen klimatischen Verhältnissen ein sehr fruchtbarer Boden, z. B. in der tropischen Zone, auch ohne Rückgabe der mineralischen Bestandtheile durch die Hand des Menschen für die Cultur unerschöpflich sei. Selbst in den gesegnetsten Ländern der Aequatorialzone, auf der fruchtbarsten vulcanischen Erde, wie sie das alte Land der Incas in den Hochebenen von Quito, Imbabura, Riobamba, Cuenca u. s. w. darbietet, wurde durch eine lange fortgesetzte Reihenfolge von Culturen der Boden überall erschöpft, wo man nicht im Stande war, ihm mit Ueberrieselung durch künstliche Canäle den von

Digitized by Google

den Wildbächen der Anden herabgeſtrömten Schlamm zuzuführen. Das Werk des Waſſers, dem die dort weitausgedehnten alten vulcaniſchen Schlammſtröme (Lodozales) die Arbeit erleichtern, dient dort dazu, dem Boden die durch viele Ernten entzogenen mineraliſchen Nahrungsſtoffe wieder zu geben, wie anderwärts der Guano und der Stalldünger. Auch in den meiſten Provinzen Perſiens, beſonders in Aſerbeidſchan und in einem großen Theile von Armenien und Kleinaſien, erfüllen die überall angelegten Bewäſſerungscanäle mehr den Zweck, den Feldern des Thales die zur Zeit der Schneeſchmelze abgeſchwemmten Mineraltheile der Berge zuzuführen, als ſie zu befeuchten. Dieſe Art von künſtlicher Düngung durch Bewäſſerung iſt dort auch in Gegenden gebräuchlich, wo es ſonſt an atmoſphäriſchen Niederſchlägen nicht fehlt. Sie erſetzt ähnlich wie der Nilſchlamm in Aegypten die Wirkung des Stalldüngers. Da wo weder durch thieriſche Excremente noch durch den mineraliſchen Dünger einer künſtlichen Ueberſchwemmung dem Boden die durch fortgeſetzte Ernten geraubten Beſtandtheile zurückgegeben werden, wie z. B. an gewiſſen Stellen der großen Hochebenen von Tacunga und Ambato (im ſüdamerikaniſchen Staat Ecuador), iſt der Boden einer völligen Erſchöpfung nahe. Trotz dem häufigen Wechſel von Regen und Sonnenſchein giebt dort z. B. die Gerſte oft kaum das zweite oder dritte Korn wieder. Nach meiner ſorgfältigen Erkundigung haben ſelbſt die fruchtbarſten Haciendas von San Salvador und Chiriqui in Mittelamerika mit ihrem überaus fruchtbaren, lockern, kali- und kieſelerdereichen trachytiſchen Boden kein Maisfeld aufzuweiſen, auf welchem dieſe Getreideart dreißig Jahre hindurch ohne bedeutend abnehmende Ernten fortgebaut worden wäre — eine Thatſache, welche frühere irrige Behaup-

Digitized by Google

tungen der Unerschöpflichkeit des Bodens tropischer Länder genügend widerlegt.

An der peruanischen Westküste sind nur jene Gegenden äußerst steril, wo nicht durch kleine künstliche Canäle dem trockenen Boden das von den Andesbächen abgezapfte Wasser mit den durch dessen mechanische Kraft gleichzeitig abgespülten und fortgeschwemmten Mineralbestandtheilen der Gebirgsgehänge zugeführt wird. In allen Gegenden, wo dies bei günstigen Terrainverhältnissen geschieht, ist auch der Boden, sowohl an der Küste als im Binnenlande von Peru und Bolivia, fast eben so ergiebig wie im Innern der Hochländer von Ecuador, Neu-Granada und Guatemala. Aber nicht das Wasser selbst ist die allein wirkende, jene vieljährige Fruchtbarkeit erhaltende Macht, sondern, ähnlich wie im ägyptischen Nildelta, der Schlamm, den das Wasser enthält, und der dort von den verwitterten Gebirgsarten der Anden herstammt, deren Bestandtheile in den Bächen, theils fein zermalmt, theils chemisch aufgelöst, durch kleine Gräben den Feldern zugeführt werden. Das in zahllosen Furchen dem Gebirge abgezapfte Wasser sickert schnell in den Boden oder verdunstet und hinterläßt einen reichhaltigen Niederschlag. Mit reinem Regenwasser wäre z. B. der großen Hochebene von Tacungar mit ihren sterilen Bimssteinfeldern, wo ganz nahe dem Aequator während neun Monaten im Jahre fast täglich Regengüsse fallen, gar nicht geholfen. Nur die schlammigen Andesbäche, nicht die atmosphärischen Niederschläge, wirken dort befruchtend. In Peru hat auch der Guano besonders dadurch eine nachhaltigere Wirkung als in England, weil gerade der durch ihn allein dem Boden nicht wiedererstattete nothwendige Kaligehalt mit dem zugeschwemmten Niederschlag aus den feldspathreichen, trachytischen Bestandtheilen des Andesrückens den Feldern reichlich ersetzt wird. Aehnlich wie der

Digitized by Google

von den großen Fluthen der Vorzeit stammende fruchtbare Löß am Fuße der Bayerischen und der Schweizer Alpen, ist dieser natürliche Mineraldünger in den südamerikanischen Andesländern vom größten Werth. Es ist eine bedeutsame Thatsache, daß die alten Culturvölker Amerikas zu denselben einfachen Mitteln des Wiedererſatzes für ihren Boden gekommen sind, welche bei ähnlichen günstigen Terrainverhältnissen auch in den Gebirgsländern von Kleinasien, Armenien, Grusien, Westpersien, sowie im nördlichen Mesopotamien (Mossul) und, wenn ich nicht irre, auch in Tibet noch heute gebräuchlich sind. Kur, Araxes, Euphrat und Tigris haben im Frühling ein eben so trübes, mit Schlamm, d. h. Erdtheilchen, geschwängertes Wasser wie der Nil und wie der ostpersische Fluß Herirud, der bekanntlich ganz und gar für Felder und Gärten aufgesaugt wird. Alte Erfahrungen haben ohne Zweifel die Bewohner jener alten Culturländer beider Hemisphären belehrt, ihren Feldern in dieser Form die unverbrennlichen Bestandtheile zurückzugeben, die ihnen die den großen Städten zugeführten Ernten entzogen. (Professor Dr. Moritz Wagner siehe Beilage zur Augsb. Allgem. Zeitung Nro. 36 vom 5. Febr. und Nro. 173 vom 22. Juni 1862.)

Digitized by Google

Anhang I.

(Zu Seite 353.)

Kleeanalysen von Dr. Vincus.

100 Theile lufttrockener Klee enthielten bei den verschiedenen Düngungen:

	Ungedüngt.				Mit Bitterſalz gedüngt.				Mit Gyps gedüngt.			
	Stengel.	Blätter.	Blüthen.	Ganze Pflanze.	Stengel.	Blätter.	Blüthen.	Ganze Pflanze.	Stengel.	Blätter.	Blüthen.	Ganze Pflanze.
Waſſer	12,25	13,04	15,05	12,95	13,00	14,45	12,12	13,27	11,85	10,70	12,24	11,60
Pflanzenfaſer	39,55	15,07	16,36	28,85	39,47	12,58	17,08	29,70	38,75	13,73	16,96	29,87
Mineraliſche Beſtandtheile	5,05	11,16	6,32	6,95	6,75	10,97	7,47	7,94	6,65	11,45	7,45	7,96
Proteinſubſtanz . . .	10,15	22,08	17,59	14,70	11,42	24,37	19,59	15,81	12,34	28,74	20,57	17,45
Kohlenhydrate . . .	33,00	38,65	44,68	36,55	29,36	37,63	43,74	33,28	30,41	35,38	42,78	33,12
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Geſammtmenge der Nährſubſtanz . . .	43,15	60,73	62,27	51,25	40,78	62,00	63,33	49,09	42,75	64,12	63,35	50,57
Verhältniß Prt.:Kh. .	1:3,25	1:1,75	1:2,54	1:2,46	1:2,57	1:1,54	1:2,23	1:2,10	1:2,46	1:1,23	1:2,08	1:1,90

Digitized by Google

Aschenbestandtheile.

100 Theile Asche enthalten:

	Ungedüngter Klee.	Mit Bittersalz gedüngter Klee.	Mit Gyps gedüngter Klee.
Chlor	1,93	1,22	1,73
Kohlensäure	21,43	21,75	19,17
Schwefelsäure	1,33	2,36	3,29
Phosphorsäure . . .	7,97	8,49	8,87
Kieselsäure	2,67	2,55	3,08
Kali	33,58	32,91	35,37
Natron	2,12	3,03	2,73
Kalkerde	21,71	20,66	19,17
Magnesia	5,87	5,27	5,47
Eisenoxyd	0,94	1,22	0,94
	99,55	99,46	99,82

Auf kohlensäurefreie Asche berechnet:

	Ungedüngter Klee.	Mit Bittersalz gedüngter Klee.	Mit Gyps gedüngter Klee.
Chlor	2,46	1,56	2,14
Schwefelsäure	1,69	3,02	4,07
Phosphorsäure . . .	10,14	10,85	10,97
Kieselsäure	3,40	3,26	3,81
Kali	42,73	42,05	43,77
Natron	2,70	3,87	3,37
Kalkerde	27,62	26,40	23,72
Magnesia	7,47	6,74	6,77
Eisenoxyd	1,20	1,56	1,16
	99,41	99,31	99,78

Digitized by Google

Die beachtenswerthe Untersuchung von Dr. Grouven über die Kleekrankheit möge hier noch ihre Stelle finden.

Das sogenannte „Befallenwerden des Klees" äußert sich an dem Kleewuchse zur Zeit der Blüthe dieser Pflanze durch eine Menge von braunen, mehrere Linien großer Flecken kryptogamischer Gewächse, womit Stengel und Blätter übersäet sind und die nicht bloß eine entschiedene Mißernte des Klees zur Folge haben, sondern ihn auch zu einem unnahrhaften und ungesunden Futter machen.

Bei der Untersuchung des befallenen Klees wurden seine organischen und Aschenbestandtheile mit denen von gesund vegetirenden verglichen. Der befallene sowohl als auch der gesunde Klee bestanden aus der in Salzmünde üblichen Gemengsaat von Rothklee, Luzerne und Esparsette; die Proben zur Untersuchung wurden am 12. August den Feldern entnommen. Die Analyse des gesunden Klees erstreckte sich nur auf die Bestimmung der organischen Substanzen und des Aschengehalts.

100 Theile lufttrockenes Kleeheu enthielten:

	Befallener Klee.	Gesunder Klee.
Wasser	16,2	16,2
Proteinstoffe	16,7	11,7
Fett	3,6	2,8
Zuckerartige Stoffe auf Stärke berechnet *)	7,0	18,5
Unbekannte stickstofffreie Verbindungen . .	17,9	11,3
Holzfaser	31,7	31,4 **)
Asche	6,9	8,1
	100,0	100,0

*) Durch Schwefelsäure in Zucker überführbare Substanzen.
**) Mit 0,1 Asche und 0,184 Proteinsubstanzen.

Digitized by Google

Die Aschenzusammensetzung des befallenen Klees wurde mit den Aschenanalysen von Rothklee (Wolff) und Esparsette (Way) verglichen*). Die Aschen nach Abzug von Kohlensäure, Sand, Thon und Eisenoxyd berechnet.

	Befallener Klee. (Grouven.)	Rothklee. (Wolff.)	Esparsette. (Way.)
Kali	3,32	35,5	35,8
Natron	0,87	0,7	3,5
Kalk	55,71	32,8	35,9
Magnesia	13,08	8,4	5,5
Chlor	2,76	3,5	2,0
Schwefelsäure	13,46	3,3	2,8
Phosphorsäure	5,99	8,4	9,6
Kieselsäure	4,88	7,0	4,3
	99,07	99,6	99,4

Grouven schließt aus seiner Untersuchung, daß die erste Ursache der Kleekrankheit die abweichende chemische Zusammensetzung der Pflanzen sei, und daß diese hinwiederum abhänge von der Beschaffenheit des Bodens. — Der sehr viel kleinere Gehalt an Phosphorsäure und Kali in der Asche des befallenen Klees ist jedenfalls bemerkenswerth. (Zeitschrift des landwirthschaftlichen Centralvereins der Provinz Sachsen. 1861. S. 73.)

*) Man vergleiche auch die vorhergehenden Analysen von Dr. Pincus.

Digitized by Google

Register des zweiten Bandes.

A.

Absorptionsvermögen des Bodens gegen pflanzliche Nährstoffe 67; der Kohle gegen Farbstoffe, Gase 68; der Vorgang ist ein Act der Flächenanziehung 69. 70; häufig findet hierbei im Boden noch chemische Umsetzung statt 71. 72; des Bodens, Aehnlichkeit mit dem der Knochenkohle 72; gegen Natronverbindungen 81; gegen Kieselsäure 82. 141; Einfluß organischer Stoffe hierbei 83; des Torfes 112; die mechanische Bearbeitung des Bodens wirkt ihm entgegen 139; jeder Boden hat ein verschiedenes 140; verschiedener Böden gegen Ammoniak und Kieselsäure 141; des Bodens für Nährstoffe steht im umgekehrten Verhältniß zu ihrer Verbreitbarkeit 141; Wichtigkeit der Kenntniß, denn sie lehrt wie tief die Düngerbestandtheile im Boden gehen 235.

Absorptionszahl der pflanzlichen Nährstoffe, was man darunter versteht 142; die von Ammoniak, Kali, phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde 142; in welcher Weise deren Kenntniß wichtig für die Landwirthschaft ist 145.

Abtritte, ihre Einrichtung in den Militärkasernen von Rastatt 285; in Japan 421.

Ackerbau, eine Grundlage desselben ist die Kenntniß der Bewurzelung der Culturpflanzen 13; eine weitere, die Kenntniß der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens 65; Mittel, welche er anwendet, um die Nährstoffe des Bodens wirksam zu machen 78, 92 ff.; Einfluß der Unbeweglichkeit der Nährstoffe im Boden auf denselben 131; Kunst desselben die Pflanzen für den Boden entsprechend auszuwählen 132; seine Fortschritte, deren Bedeutung 236; seine Geschichte spiegelt sich im Verhalten der Felder beim Stallmistbetrieb 246; in welchem Stadium sich der europäische befindet 248; üblicher Betrieb desselben, seine Folgen 249; Kenntnißreichthum, welcher zu seinem Betrieb gehört 251; der Pfalz 254. 256; zur Zeit Karl des Großen 254 ff.; in Deutschland 250; in England 258; empirischer und rationeller 345 ff. (vergl. Feldbau, Landwirthschaft).

Ackererde s. Boden.

Ackerkrume, ihre Entstehung durch Verwitterung der Gesteine 70; steht in ähnlicher Beziehung zum Gestein, wie der Humus zur Holzfaser 71; ihr

Digitized by Google

Verlust durch den Kornbau, dessen Ersatz durch den Stallmist 237; ihr Reicherwerden hierdurch an den Bestandtheilen zur Stroh- und Krautbildung 238. 239; Mittel zur Verminderung der Krautbestandtheile 246; sie enthält am meisten Stickstoffnahrung 323; Anhäufung der Stickstoffnahrung in ihr durch den Stallmistbetrieb 342 (vergl. Boden).
Aequivalent, osmotisches 56.
Agave, Ansammlung der Reservenahrung in den Blättern 28.
Agrostemma Githago, Aschenanalyse 245.
Ammoniak, luftförmiger, pflanzlicher Nahrungsstoff 3; sein Verhalten in wässerigen Lösungen gegen Ackererde sowohl für sich, als an Säuren gebunden 71; dessen Salze zersetzen viele Silicate 83; Gehalt der Drainwasser 96; der Lysimeterwasser 98; der Quell- und Flußwasser 101; dessen Salze als Pflanzennährstoffe und Bodenbearbeitungsmittel 137. 349; Absorptionsvermögen der verschiedenen Böden gegen dasselbe 141; seine Absorptionszahl 142; seine Verbreitbarkeit im Boden 142; ein mit ihm gesättigter Boden verliert die Hälfte durch Auslaugen mit Wasser 147; humusreiche Böden absorbiren es sehr stark 147; aus concentrirten Lösungen wird vom Boden mehr absorbirt als aus verdünnten 147; Gehalt des Guano 269; Verlust des befeuchteten Guano daran 271; seine Salze, ihre Wirkung für sich und ihre Wirkung im Guano auf die Erträge des Feldes 274. 307. 314; seine Wirkung im Guano ist sicherer durch die mit anwesende Phosphorsäure 274; Gehalt des Regenwassers 300; Gehalt des Thaues 300; constanter Bestandtheil der Luft 301; seine Verbindungen, Düngungsversuche mit denselben von Schattemann 308; von Lawes und Gilbert 309 ff.; die verschiedenen Verbindungen desselben bringen auf demselben Felde ungleiche Erträge hervor 313; die ertragserhöhende Wirkung zeigt die Beschaffenheit des Feldes an 314; Form, in welcher es im Boden enthalten ist 325; hat keine vorwiegende Bedeutung als pflanzlicher Nährstoff 331; sein Wirkungswerth in Korn ausgedrückt, nach Lawes 334; die Anwendung seiner Salze im landwirthschaftlichen Betrieb verbietet ihr Preis 338; salpetrigsaures, seine Bildung bei Oxydationsprocessen in der Luft 340; sein Verlust auf Kalkböden durch Oxydation 343; seine Salze wirken als Nahrungsmittel im Boden 137. 349; sie wirken wie Pflug und Brache auf den Boden 349; Düngungsversuche von Kuhlmann 349; vom bayerischen Generalcomite 350 ff.
Andalusien, Ertragsvermögen der Felder 247.
Anderson, Entwickelung der Turnipsrübe 20 ff.
Anthemis arvensis, Aschenanalyse 245.
Anziehung, chemische, was man darunter versteht 90.
Arbeit, mechanische, Einfluß auf den rohen Boden 67; ihr Einfluß auf den Uebergang der chemisch gebundenen Nährstoffe in den Zustand physikalischer Bindung 74; organische in den Pflanzen, ist stets auf die Erzeugung der Samenbestandtheile gerichtet 57 (vergl. Bearbeitung).
Arendt, Untersuchung der Haferpflanze 38 ff.
Arundo phragmites, Aschenbestandtheile 62.
Asche, Düngemittel 139; Nothwendigkeit der Holzasche für die spanischen Felder 249 (vergl. Holzasche).
Aschenbestandtheile, Aufzählung der für die Culturpflanzen nöthigen 3; die Menge der aufgenommenen als Maaßstab ihrer Bedeutung für die in der Pflanze vor sich gehende organische Arbeit 24; ihre Nothwendigkeit bei der Bildung der organischen Stoffe in den Pflanzen 26; Mangel derselben, Erfolg beim Wachsthum 53; ihre Zufuhr macht den Stickstoff des Feldes wirksam 328. 330 ff.

Digitized by Google

Atmosphäre enthält die luftförmigen, pflanzlichen Nährstoffe 3; Einfluß derselben auf den Uebergang der chemisch gebundenen Nährstoffe im Boden in den Zustand der physikalischen Bindung 78; ihre Bestandtheile liefern die verbrennlichen Stoffe der Pflanzen 193; Ammoniak ein nie fehlender Bestandtheil derselben 301.

B.

Bakerguano erhält 80 Procent phosphorsauren Kalk, gutes Material zur Superphosphatbereitung 289.
Baden, Abnahme des Rübenbaues in vielen Bezirken 232, Anmerk.
Bayern, Durchschnittserträge in den verschiedenen Kreisen 221.
Bearbeitung des Bodens, durch sie wechseln die Nährstoffe im Boden ihren Platz 118; die Stallmistdüngung, eine Art derselben 138; als Verbreitungsmittel der pflanzlichen Nährstoffe im Boden 139; Art ihrer Wirkung hierbei 177 (vergl. Arbeit).
Beobachtung und Nachdenken, die Grundbedingungen des Fortschrittes in der Naturkenntniß 236.
Betrieb, landwirthschaftlicher, Wirkung der Naturgesetze auf ihn 230; rationeller, was man darunter versteht 230; jetzt üblicher der Landwirthschaft, seine Folgen 249.
Becquerel, beim Keimungsproceß der Samen bildet sich Essigsäure 7.
Bewurzelung, ihr Einfluß auf die Entwickelung der Pflanzen 7; ihre Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Bodens 10. 14; Art, verschiedene bei verschiedenen Culturpflanzen und verschiedener Bodenbeschaffenheit 11; deutet schon den Ort an, aus welchem die Pflanze ihre Nahrung schöpft 12; der Cerealien, Leguminosen, der Gräser und Knollengewächse 12; der Culturpflanzen, ihre Bekanntschaft ist die Grundlage des Feldbaues 13; ihr Einfluß auf die Stoffbildung in den Pflanzen 42; der Pflanzen in einem lockeren Boden 89.
Bineau, Gehalt des Regenwassers an Salpetersäure und Ammoniak 300.
Bittererde, pflanzlicher Nährstoff 3; phosphorsaure Ammoniak-Bittererde, ihre Verbreitbarkeit im Boden und Absorptionszahl 143; nothwendig bei der Samenbildung 268; schwefelsaure, Wirkung auf den Klee 353; ihre Verbreitung im Boden durch Gypswasser 360.
Bittersalz s. Bittererde.
Blätter der Bäume, Verlust des Stärkmehls in den Blattstielen 19; Verlust ihrer Saftfülle im Herbst 19; die Baumblätter des Herbstes enthalten sehr wenig Kali und Phosphorsäure 19; die Blätter sind Aufnahmsorgane für die luftförmigen Nahrungsstoffe 3.
Blei, sein Vorkommen in manchen Waldbäumen 58.
Blut, seine Wirkung auf den Boden durch Ammoniakbildung 139.
Boden enthält die pflanzlichen Nährstoffe 3. 65; Einfluß auf die Varietäterzeugung bei den Pflanzen 9; seine Berücksichtigung bei der Auswahl der Saatfrucht 9; seine Beschaffenheit in ihrer Wirkung auf die Bewurzelung der Pflanzen 11. 14; für den Tabacksbau 32 ff.; Einfluß auf die Pflanzenentwickelung 48; Wirkung der verschiedenen Pflanzen auf ihn 64; Culturboden (Krume), roher (Untergrund) 65; der rohe, seine Ueberführung in Culturboden durch Bearbeitung und durch den Einfluß der Witterung 66. 70; Culturboden enthält die pflanzlichen Nährstoffe in physikalischer Bindung 65; der rohe enthält die pflanzlichen Nährstoffe in chemischer Bindung 65 ff.; seine chemischen und physikalischen Eigenschaften, Wichtigkeit ihrer Kenntniß für den Ernährungsproceß der Gewächse und die Operationen des Feldbaues 65; sein Absorptionsvermögen gegen die pflanzlichen Nährstoffe

Digitized by Google

67; seine anziehende Kraft beruht auf einer gewissen physikalischen Beschaffenheit, die der der Kohle ähnlich ist 67; der Vorgang ist ein Act der Flächenanziehung 69; häufig wirkt bei ihm noch eine chemische Umsetzung mit 71; Aehnlichkeit in dieser Beziehung mit der Knochenkohle 72; sämmtliche besitzen die absorbirende Kraft, aber in verschiedenem Grade 70. 140; wie die Verbreitung der pflanzlichen Nährstoffe in ihm von einem Orte zum anderen geschieht 73; er muß die Nährstoffe physikalisch gebunden enthalten, wenn die Pflanzen auf ihm gedeihen sollen 74; Einfluß der Witterung und der Bearbeitung auf den Uebergang seiner Nährstoffe in den wirksamen Zustand 74. 75; sein Ernährungsvermögen, von was es abhängt 75. 170; Brache, deren Einfluß auf die Wirksammachung seiner Nährstoffe 76; weitere Mittel des Landwirthes zu diesem Zwecke 78; temporär erschöpfter Culturboden ist in den Zustand des rohen Bodens zurückgekehrt 77; Grund der Erschöpfung 79; seine organischen Bestandtheile liefern beim Verwesungsproceß Kohlensäure, deren Wirkung auf ihn 78; seine absorbirende Wirkung gegen Natronverbindungen 81; gegen Kieselsäure 82; Verhalten hierbei, wenn er organische Stoffe enthält 83; wenn ihm Kalk zugeführt wird 86 ff.; Verbreitung der in ihm stellenweise angehäuften Phosphate durch Kochsalz-, Ammoniakfalz- und Chilisalpeterlösung 91; Wirkung der Fruchtfolge 94; der Drainirung auf ihn 95; seine Beschaffenheit übt Einfluß auf den Gehalt des durch ihn gehenden atmosphärischen Wassers 102. 103; Einfluß seiner Beschaffenheit auf die Dauer der Vegetationszeit 114; Menge wirksamer Nährstoffe, welche er enthalten muß, um eine Mittelernte zu liefern 119; sein Ertragsvermögen hängt von der Oberfläche der in ihm enthaltenen aufnehmbaren Pflanzennahrung ab 122; auf welchem Weizen und Roggen gedeihen sollen, sein Gehalt an Nährstoffen 121. 123; Ueberführung eines Roggenbodens in Weizenboden, Menge der pflanzlichen Nährstoffe, die dazu gehören, ihre praktische Unausführbarkeit 130. 131; Analyse zweier Weizenböden 125; was man unter Fruchtbarkeit und Ertragsvermögen desselben versteht 126; ideeller und reeller Maximalertrag desselben 131; Herstellung eines richtigen Nährstoffverhältnisses in ihm, Erfolg auf das Pflanzenwachsthum 133; unrichtiges Nährstoffverhältniß, Wirkung auf den Ertrag 135; Wiederherstellung seines Ertragsvermögens durch die Zeit, Grund 136; Düngung und Bearbeitung, ihr Einfluß 138; verschiedene, wie viel Kali sie absorbiren 140; die Verbreitbarkeit der Nährstoffe in ihm steht in umgekehrtem Verhältnisse zu seinem Absorptionsvermögen 141; Absorptionsvermögen verschiedener gegen Kieselsäure, Ammoniak, phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Magnesia, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia 141. 142; humusreicher, dessen Wirkung auf Kieselsäure, Erfolg seiner Vermischung mit anderem Boden in dieser Beziehung 144; seine Fruchtbarkeit steht im Verhältniß zu der Oberfläche seiner wirksamen Nährstoffe 145; an organischen Stoffen reicher absorbirt mehr Ammoniak 147; aus concentrirten Ammoniaklösungen absorbirt ein und derselbe mehr Ammoniak als aus verdünnten 147; seine Düngung geschieht gleichsam mit gesättigter Erde 149; Erfolg einer gleichförmigen Vertheilung seiner Nährstoffe 150; Bestellung desselben beim Anbau verschiedener Culturpflanzen 162; seine Klee- und Erbsenmüdigkeit 159. 163 ff.; wie seine Düngung für Klee geschehen muß 166 ff. 170; welche Anforderungen die verschiedenen Culturpflanzen bezüglich ihres Nahrungsbedürfnisses an ihn stellen 173 ff.; Form der Nährstoffe in ihm überhaupt 178; in welcher sie wirksam darin sind 259; theilweiser und vollkommener Ersatz, der durch die Ernten ihm entzogenen Nährstoffe, Störung des Verhältnisses derselben durch den Anbau, Bereicherung der Krume und Verminderung des Untergrunds an Nährstoffen, —

Digitized by Google

wie seine Fruchtbarkeit hierdurch beeinflußt wird 180 bis 186; wird nie von Pflanzen geschont 187; Wirkung des Stallmistes auf den erschöpften 192. 193; Wirkung desselben überhaupt 197; er liefert den Pflanzen ihre unverbrennlichen Bestandtheile 198; die Cultur bereichert ihn an organischen Stoffen 194; er wird nicht fruchtbar durch deren Zuführung 194; sie wirken hauptsächlich auf seinen Zustand 195; Aschenbestandtheile der Pflanzen, ihre Zuführung vermehrt seine Fruchtbarkeit 195; seine Lage, welchen Einfluß sie auf den Ertrag übt 200; jeder besitzt ein ihm eigenes Ertragsvermögen 201; der Stallmist wirkt auf jedem Boden, Grund 225; durch Vermehrung des in minimo in ihm enthaltenen Nährstoffes wird sein Ertragsvermögen gesteigert 226; der Ertrag ist von dem in minimo in ihm enthaltenen Nährstoff abhängig 227; Futterertrag des ungedüngten Bodens steht im Verhältniß zur Stallmistmenge, welche er im Betrieb erhält 229; Prüfung seiner Leistungsfähigkeit 231; seine Durchlässigkeit für pflanzliche Nährstoffe, von was sie abhängt 233; Verminderung seiner stroh- und krautbildenden Bestandtheile, wie sie geschehen kann 233; seine Veränderung durch den Stallmistbetrieb 237 ff.; seine Krume wird reicher an Strohbestandtheilen 245; eine Folge davon die Verunkrautung 245; Mittel, um das richtige Nährstoffverhältniß wieder herzustellen 246; seine Nährstoffe sind das Capital des Landwirthes 246; die Dauer seiner Fruchtbarkeit liegt nicht in dem Willen des Menschen 249; Einfluß der Wechselwirthschaft auf ihn 252; Fruchtbarkeit desselben im Nilthale und Gangesbecken, von was sie abhängt 257; warum man ihn unerschöpflich an Nährstoffen glaubt, Grund 258; sein geringer Gehalt an Phosphorsäure, Kali, Bittererde 261; seinem Nährstoffgehalt entsprechend muß der Widerersatz geschehen 261; seine Mittelerträge lassen einen Schluß auf seine Erschöpfung zu 264; eine fortwährende Guanodüngung erschöpft den Boden an den Bestandtheilen, die der Guano nicht enthält 275; die gleiche Menge der einzelnen Düngemittel bringt auf verschiedenen Böden verschiedene Erträge hervor, auf den verschiedenen ungedüngten Böden sind die Erträge gleichfalls verschieden 198. 219. 280. 292. 295; wie viel er auf natürlichem Wege Stickstoffnahrung erhält und wie viel er durch die Ernte verliert 302; seine Fruchtbarkeit ist unabhängig von seinem Gehalte und der Zufuhr an Stickstoff 316 ff.; sein Reichthum an Stickstoff 318; in verschiedenen Tiefen 322; woher sein Stickstoffgehalt stammt 321; geringe Verminderung seines Stickstoffgehaltes durch die Ernte 323; Boden und Stallmist, Verhalten ihres Stickstoffs gegen Kalilauge 324 ff.; Form, in welcher er das Ammoniak enthält 325; Zufuhr an Aschenbestandtheilen macht seinen Stickstoffgehalt wirksam 328 ff.; seine Unerschöpflichkeit an Stickstoffnahrung 338; was zur Wiederherstellung seines Ertragsvermögens gehört 341; Ansicht von Walz 346 und Rosenberg-Lipinsky 347 über seinen Nährstoffgehalt; Gypswasser verbreitet Magnesia und Kali in ihm 359. 360; Wirkung des Kalks auf den Boden 86 ff. 362 ff.; er absorbirt Kalk aus Kalkwasser 365; seine Erschöpfung in der heißen Zone 439 ff.

Böttger, Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak 340.

Bogenhausen, Düngerversuche mit Ammoniakverbindungen 312 ff.; Wirkung des Guanos 314; Gehalt seines Bodens an Stickstoff und sein Ertrag 316. 317; Düngungsversuch mit Kochsalz 349.

Bohne, Keimung und Wachsthum derselben in reinem Wasser 4; giebt bei ihrem Wachsthum organische Substanzen an das Wasser ab 7; ihre Bewurzelung und welchen Boden sie bedarf 12; ihr Wachsthum in reinem und zubereitetem Torfe 111 ff. 415; Bestandtheile der Samenasche 268.

Borsten, ihre Wirkung auf den Boden durch Ammoniakbildung 139.

Digitized by Google

Bouſſingault, Verſuche über das Wachſen der Pflanzen bei Ausſchluß der Stickſtoffnahrung 46 ff.; Entwickelung der Pflanzen in ſterilem Boden, ihre Gewichtszunahme hierbei 51 Anm.; Gehalt des Regenwaſſers und Thaues an Ammoniak und Salpeterſäure 300; Anweſenheit des Ammoniaks in der Luft 301; Bildung von ſalpeterſaurem Ammoniak bei Verbrennung des Leuchtgaſes 340.

Brache, führt die chemiſch gebundenen Nährſtoffe des Bodens in phyſikaliſch gebundene über 76; ihre Wirkung auf Kalkboden bezüglich der Stickſtoffnahrung 79; Zeit derſelben, Mittel ſie zu verkürzen 80 ff.

Braun, Viola calaminaria ihr Zinkgehalt 61.

Brückenau, Gehalt der dortigen Quellen an flüchtigen Fettſäuren 182.

Buche, Analyſe der Blätter in verſchiedenen Wachsthumszeiten 366; die Aſche ihres Holzes giebt nur ihre eine Hälfte Kali leicht an Waſſer ab 298.

Buckmann, Ueberführung des Weizen in eine perennirende Pflanze 41 Anm.

C.

Catalonien, Ertragsvermögen der Felder 247.

Centaurea Cyanus, Aſchenanalyſe 245.

Cerealien, Keimen und Wachſen derſelben im Waſſer 4; Winterkorn in ſeiner Entwickelung den zweijährigen Gewächſen ähnlich 35; die Wurzeln nehmen in der erſten Zeit mehr an Maſſe zu, als die Blätter 36; ihrer Wurzelentwickelung entſpricht die Beſtockung und Halmbildung 36; Einfluß der Temperatur auf das Gedeihen des Wintergetreides 37; Sommergetreide, Entwickelung der Haferpflanze 38 ff.; Korngewächs, ſeine Ueberführung in den Zuſtand einer perennirenden Pflanze 84; Düngungsverſuche mit Phosphaten 153. 156; Bedingungen ihres Gedeihens 148; ſie entnehmen die Hauptmaſſe ihrer Nahrung den oberen und mittleren Schichten des Bodens 206 ff. 215; der verſchiedenen Korn- und Strohertrage, worauf er beruht 207 ff.; Einfluß des Nährſtoffverhaltniſſes im Boden 208; der Vermehrung oder Verminderung der Kornbeſtandtheile in demſelben, der Witterung darauf 209; ihre Mittelerträge in Bayern 221; in Rheinheſſen 264; ihr Hectoliter- und Scheffelgewicht 221; Dauer ihrer Erträge in ruſſiſcher Schwarzerde 231; was der Boden durch ihren Anbau verliert 237; bei gleichem Stickſtoffgehalte enthalten ſie nicht immer dieſelben Stickſtoffverbindungen 268; Abhängigkeit der Bildung dieſer 268; Erträge bei der Düngung mit Ammoniakverbindungen 308. 313. 314. 315; Einfluß der Düngung von Kochſalz, Ammoniakſalzen und ſalpeterſaurem Alkali auf den Ertrag an Cerealien 349. 350.

Chilifalpeter ſ. Natron, ſalpeterſaures.

Chlornatrium ſ. Kochſalz.

Chondrilla muralis giebt bei ihrer Vegetation im Waſſer organiſche Subſtanzen an dieſes ab 7.

Compoſt iſt eine mit Nährſtoffen geſättigte Erde 151; Bereitung deſſelben aus Stallmiſt und Erde 151.

Cunersdorf, Düngungsverſuche daſelbſt 198 ff.; Erträge des ungedüngten Feldes 198. 204; Dichtigkeit der Nährſtoffe in verſchiedenen Tiefen des Bodens 204. 213 bis 216; Erträge des mit Stallmiſt gedüngten Feldes 218; Mehrerträge über ungedüngt 219; Tiefe, bis zu welcher die Miſtbeſtandtheile im Boden gedrungen ſind 235; iſt vom Abſorptionsvermögen abhängig 235; Verluſt an Nährſtoffen der Ackerkrume durch die Ernte, wie er durch die Futterbeſtandtheile gedeckt wurde 243; Düngung mit

Digitized by Google

Guano, Erträge 277; Vergleich derselben mit ungedüngt und mit Stallmist gedüngt 277. 278; Verhalten der Guanobestandtheile bezüglich ihrer Verbreitung im Boden 279; Düngungsversuche mit Knochenmehl, die Erträge verglichen mit denen, welche die Guanodüngung und ungedüngt lieferten 290 ff.; Düngungsversuche mit Repskuchenmehl, Erfolge 294 ff.; Wirksamkeit des Stickstoffes, welche den Cunersdorfer Feldern im Guano und Repskuchenmehl zugeführt wurde, Vergleich, 296. 297.

D.

Dael, Mitteleträge in Rheinhessen 264.
Daubeny, mit Barytlösungen begossene Pflanzen enthalten keinen Baryt 59.
Decandolle und Macaire, Chondrilla muralis und Phaseolus vulgaris geben bei ihrem Wachsen in Wasser organische Substanzen an dieses ab 7.
Desinfection der Excremente schadet ihrer Wirksamkeit nichts 285.
Deutschland, sein Ackerbau 150.
Diffusion, ihre Gesetze erklären nicht die Stoffaufnahme durch die Pflanzenwurzel 56; Untersuchungen über dieselbe 57; Versuche um den Einfluß der Verdunstung auf den Durchgang verschiedener Flüssigkeiten durch Membranen zu zeigen 60.
Drainirung, ihre Wirkung auf den Boden, sie vermehrt die Einwirkung der Atmosphäre auf ihn 95.
Drainwasser, sein Gehalt an Pflanzennahrungsstoffen 95; Untersuchung verschiedener 382.
Dreifelderwirthschaft, auf welchem Boden sie möglich ist 252.
Düngung, ihr Erfolg, Erhaltung und Herstellung der Fruchtbarkeit der Felder 137; wirkt wie mechanische Bearbeitung 137; landwirthschaftliche geschieht gleichsam mit gesättigter Erde 149; des Klees, wie sie geschehen soll 170; wie die Holzaschedüngung vorzunehmen ist 299.
Dünger, Begriff 137; zum Tabacksbau 32; wirkt als Nahrungs- und Bodenverbesserungsmittel 92. 137; seine Zufuhr erhält die Fruchtbarkeit der Felder 132; Herstellung des richtigen Nährstoffverhältnisses im Boden durch ihn, Erfolg 133; seine einseitige Vermehrung eines Nährstoffes im Boden, Wirkung 133; stickstoffhaltige, Wirkung auf verschiedene Böden 139; Erklärung ihrer Wirkung auf die Erträge der Felder 153 ff; Arten, manche wirken auf die Samenbildung, andere vorzugsweise auf die des Krautes 233; Bestandtheile, die Tiefe bis zu welcher sie im Boden gelangen, hängt von dessen Absorptionsvermögen ab 235; ihre Wirksamkeit verglichen mit ihrem Stickstoffgehalte 297. 305.
Düngungsversuche: die in Sachsen angestellten, ihre Bedeutung 197; mit Stallmist 218; mit Guano 277; mit Repskuchenmehl 294; mit Knochenmehl 291; mit Ammoniakverbindungen 308. 313. 314. 315; mit Kochsalz, salpetersauren Alkalien und Ammoniaksalzen 349. 350; mit Gyps und Bittersalz 353; mit Aetzkalk 363.

E.

Edwards, beim Keimen der Samen bildet sich Essigsäure 7.
Eisen, Nahrungsstoff für die Pflanzen 3. 61; schwefelsaures, seine Anwendung als Desinfectionsmittel bei Excrementen ist nicht schädlich 285.
Eisenvitriol, s. Eisen, schwefelsaures.

Digitized by Google

Elymus arenarius Bewurzelung und Wachsthum 14.
England, sein Ackerbau 258.
Erbse, welchen Boden ihre Bewurzelung nöthig hat 12; von was ihr Gedeihen abhängt 160 ff.; welchen Boden sie verlangt, da sie ihre Nahrung vorzugsweise den tiefern Schichten entnimmt 161; ihr Gehalt an Asche, Phosphorsäure und Stickstoff 161; Grund ihres Nichtgedeihens selbst bei starker oberflächlicher Düngung 162; Bestandtheile ihrer Samenasche 268; Mittelerträge in Rheinhessen 265.
Erde, phosphorsaure, s. Phosphate.
Ernährungsproceß der Pflanzen ist ein Aneignungsproceß 6.
Ersatz an Nährstoffen muß dem Boden geleistet werden, wie sein Gehalt an denselben und wie es die anzubauende Pflanze, ihrer Bewurzelung und ihrem Bedürfnisse entsprechend, verlangt 262; seine Gesetze 253.
Erschöpfung des Feldes beruht auf einem Mangel an aufnehmbarer Nahrung 79, oder auf einer Verminderung an derselben 222; die Verminderung jedes einzelnen Nährstoffes ist für die Erschöpfung des Bodens nicht gleich bedeutungsvoll 222; die Mittelerträge lassen den Zustand der Erschöpfung des Bodens erkennen 265.
Ertrag des Bodens, ideeller und reeller Maximalertrag 131; wird gesteigert durch Zufuhr der mangelnden Nährstoffe und Herstellung des richtigen Nährstoffverhältnisses 133; Einfluß eines unrichtigen Nährstoffverhältnisses auf ihn 135; Erträge von gedüngtem und ungedüngtem Lande, ihr Vergleich und von was sie abhängen 152. 153; seine Höhe steht im Verhältniß zur Menge der in den Pflanzen wirksam gewordenen Nährstoffe 172; ungleicher von ungedüngten Feldern berechtigt zu einem Schlusse auf ihren Gehalt an wirksamen Nährstoffen 199; Einfluß der Lage des Feldes 200, der Witterung 201 auf denselben; hoher und dauernder, von was er abhängig 203; steht im Verhältniß zur Dichtigkeit der Nährstoffe im Boden 205; dieselbe Mistmenge bringt auf verschiedenen Feldern verschiedene Erträge hervor 219; durchschnittlicher in den verschiedenen Kreisen Bayerns 221; ist von dem in minimo im Boden enthaltenen Nährstoffe abhängig 225. 277; warum der Stallmist immer erhöhend auf den Ertrag einwirkt 224. 225; Steigerung desselben durch die Stallmistwirthschaft bei allen Pflanzen, welche ihre Nahrung aus der Ackerkrume ziehen 240; von was seine Höhe und Dauer abhängt 252. 253; Einfluß der gleichen Stickstoffmengen in verschiedenen Düngemitteln auf ihn 296. 297; gleiche Mengen Guano oder Knochenmehl oder Rapskuchenmehl bringen auf den verschiedenen Feldern verschiedene Erträge hervor 280. 292. 294.
Ertragsvermögen des Bodens, von was es abhängt 75; seine Wiederherstellung durch die Zeit, Grund 136; jedes Feld besitzt ein ihm eigenes 201; seine Abnahme durch die Wechselwirthschaft 252; was zu seiner Herstellung und Erhöhung nöthig ist 341 (vgl. Fruchtbarkeit).
Excremente stammen von der Nahrung 192; sie enthalten die Aschenbestandtheile der Nahrung 192 ff.; menschliche 282; Auffammlung derselben in Rastatt, Einrichtung der Abtritte hierzu 283; ihr Preis 283 Anm.; Einfluß auf die Landwirthschaft der umgebenden Gegend 284 ff.; Desinfection derselben mit Eisenvitriol verringert ihre Wirksamkeit nicht 284 Anm.; der Städte, ihre Bedeutung für das platte Land 285. 286.

F.

Faeces enthalten die unlöslichen Aschenbestandtheile der Nahrung 193.
Feichtinger, zersetzende Wirkung der Ammoniakfalzlösungen auf die feldspathartigen Gesteine 83.

Digitized by Google

Feld s. Boden.
Feldbau s. Ackerbau.
Feuchtigkeit, Einfluß auf den Keimungsproceß 6; auf den Uebergang der Nährstoffe des Bodens in die wirksame Form 78.
Flußwasser, Untersuchung von Wittstein und Johnson 392.
Fontinalis antipyretica, aus zwei verschiedenen Flüssen, ihre Aschenzusammensetzung nach Wittstein 392.
Forchhammer, Gehalt der Tange an Mangan verglichen mit dem Gehalte des Seewassers daran 55; Auffindung von Blei, Zink, Kupfer in der Rinde der Buche, Birke und Föhre 58; Bedeutung des Kupfers für die Weizen- und Roggenpflanze 62.
Fraas, Lysimeterversuche 96.
Friedersdorf, die daselbst angestellten Versuche mit Aetzkalk 368 ff.
Fruchtbarkeit des Bodens, von was sie abhängt 126; ihre Erhaltung durch den Dünger 127; die Unausführbarkeit ihrer Vermehrung durch Dünger in der Praxis 128 ff.; Herstellung derselben durch Dünger, Einfluß der Bearbeitung 138; ihre Beziehung zum Gehalte des Bodens an physikalisch gebundenen Nährstoffen 172; wird nicht hergestellt durch Zufuhr von Humus 194, wohl aber durch Zufuhr der Aschenbestandtheile der Gewächse 195; Einfluß des Stallmistes auf sie 193; sie steht im Verhältniß zu dem Theile der Nährstoffe des Feldes, der an die Pflanzen abgegeben wird 231; ihre Dauer liegt nicht im Willen des Menschen 249; die dauernde der Felder im Nilthale und im Gangesbecken, Grund 251; sie hängt nicht von dem Gehalte des Bodens an Ammoniak ab 316 ff.; wie viel Ammoniak erzeugt werden müßte, wenn sie von der künstlichen Zufuhr derselben zum Boden bedingt wäre 336 ff.
Fruchtfolge, ihre Wirkung auf den Boden 94.
Fucusarten, Vergleich ihrer Aschenbestandtheile mit den Bestandtheilen des Wassers, worin sie wachsen 55.
Futtergewächse, Sammler der Nährstoffe des Untergrundes für die Korngewächse 127; finden nicht ohne Aufhören die Bedingungen ihres Gedeihens auf den Feldern 249.

G.

Gangesbecken, Fruchtbarkeit seiner Felder, Grund 253.
Gasparini, Einfluß faulender Stoffe im Boden auf das Pflanzenwachsthum 86 Anm.
Geizen des Tabacks 33.
Generalcomite, bayerisches, seine Düngungsversuche mit Phosphaten 153 ff., mit Ammoniakverbindungen 312 ff., mit Guano 314, mit Kochsalz, Ammoniakfalzen und schwefelsauren Alkalien 349 ff.
Gerste, Bedingung ihres Gedeihens, lockerer Boden 160; nimmt ihre Nahrung aus der Ackerkrume und den mittleren Schichten des Bodens 161; Gehalt der Samen an Asche, Phosphorsäure und Stickstoff 161; Hektoliter- und Scheffelgewicht des Samens 221; Einfluß des Natrons auf die Ausbildung des Samens 351.
Getreide s. Cerealien.
Gewächse s. Pflanzen.
Gilbert und Lawes über die Kleemüdigkeit des Bodens 163 ff.; Düngungsversuche mit Stickstoffverbindungen 334 ff.
Goedechens Aschenanalyse der Fucusarten 54.
Graham, Untersuchungen über die Diffusion 56. 57.
Gräser, Bewurzelung derselben und Boden, welchen sie bedürfen 12; Rück-

Digitized by Google

leitung der Assimilationsproducte in Stengel und Wurzel beim Abwelken 19.
Grouven, über die Kleekrankheit 441.
Guano, Bestandtheile des peruanischen 267; Vergleich seiner Aschenzusammensetzung mit der der Samenaschen 268; enthält wenig Kali und Bittererde 268; von was man sich seine Wirkung abhängig dachte 269; Antheil des Ammoniaks, der Phosphorsäure daran 269; seine Wirkung auf den Ertrag des Bodens im Vergleich zum Knochenmehl oder einer Mischung aus Knochenmehl und Ammoniaksalzen 269. 270; Vergleich mit der des Stallmistes 272; er wirkt auf dem Boden rascher, als Knochenmehl, Grund sein Gehalt an Oxalsäure, diese macht die Phosphorsäure löslich 270; seine Phosphorsäure verbreitet sich im Felde in Form von phosphorsauren Alkalien 270; seine Wirkung ist vergleichbar mit einer Mischung von Superphosphat, Kali- und Ammoniaksalzen 270; seine Befeuchtung mit schwefelsäurehaltigem Wasser, Erfolg 271. 276; seine Vorzüge auf Kalkboden dem Superphosphat gegenüber 270. 271; Einfluß trockener oder sehr nasser Witterung bei seiner Anwendung als Düngemittel 271; der befeuchtete verliert Ammoniak 271; kein Ersatzmittel des Stallmistes, er kann dessen Wirkung nur verstärken und unter Umständen vollständiger machen 272. 273; seine Wirkung setzt im Boden immer die Nährstoffe voraus, die er nicht in genügender Menge enthält 275; seine fortwährende Anwendung erschöpft das Feld an diesen Bestandtheilen 275; Vermischung mit Gyps, Erfolg 276, mit Erde, Humus und Holzasche 276; Düngungsversuche mit demselben 277 ff.; er wirkt auf verschiedenen Feldern verschieden 280; von den Baker- und Jarvisinseln, sein Gehalt an Phosphaten 289; Wirkung seines Stickstoffgehaltes auf den Ertrag im Vergleich mit dem des Repskuchenmehles 296. 297; Einfluß auf die Stickstofftheorie 305; Vergleich seiner Wirkung mit der von Ammoniakverbindungen 307. 314.
Gyps, seine Wirkung auf Rüben 220; Steigerung der Kleeerträge 233, seine Vermischung mit Guano, Erfolg 275. 276; Düngungsversuche auf Klee 353; er vermindert die Blüthenbildung und erhöht die Blatt- und Stengelbildung beim Klee 355; er ist ein Verbreitungsmittel für die Magnesia und das Kali des Bodens 358; sein Einfluß auf die Zusammensetzung der Asche des mit ihm gedüngten Klees 364.

H.

Haferpflanze, Einfluß der Witterung und Bewurzelung auf ihre Ausbildung 10. 11; Untersuchung derselben in verschiedenen Wachsthumsperioden 37 ff.; sie erstreckte sich bloß auf ihre oberirdischen Theile 39; Zunahme derselben an verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheilen in ihren verschiedenen Wachsthumsperioden 39. 40; Verlauf ihrer Entwickelung ist ähnlich der der Rübenpflanze 42; Verhältniß der Nährstoffe, wie sie dasselbe vom Boden verlangt 134; wie viel der Boden Nährstoffe enthalten muß, damit sie eine Mittelernte liefert 176; Körner, Gewicht des Hectoliters und Scheffels 221, deren Gehalt an Phosphorsäure und Kali 243; Erträge derselben auf verschiedenen Feldern und bei verschiedener Düngung 198. 218. 277. 291. 364; sie entnimmt ihre Nahrung theils der Ackerkrume, theils den tieferen Schichten 215; ihre Mittelerträge in Rheinhessen 265.
Hales, Beobachtungen über den Einfluß der Verdunstung auf die Aufnahme und die Bewegung der Säfte in den Pflanzen 57. 373.
Halmgewächse, Bedingungen ihres Gedeihens 158 (vergl. Cerealien).
Handelsgewächse, ihr Anbau, was er verlangt 262.
Hanfsamen aus Italien, seine Vortheile als Saatfrucht 10.

Digitized by Google

Harn enthält die löslichen Aschenbestandtheile der Nahrung 193.
Heuneberg und Stohmann, das Absorptionsvermögen des Bodens gegen Ammoniak 147.
Herth, Verhalten der Wurzeln von Land- und Wasserpflanzen gegen wässerige Salzlösungen 59.
Holzasche, ihr verschiedener Kaligehalt; ihr Verhalten gegen Wasser; Gehalt der ausgelaugten Asche an pflanzlichen Nährstoffen; ihre Vermischung mit Erde, Erfolg; Art und Weise ihrer Unterbringung auf dem Felde 298. 299 (vergl. Asche).
Holzpflanzen, ihr Wachsthum und Entwickelung der Spargelpflanze ähnlich, Unterschied 18; Verlust an Nährstoffen, den sie durch die Wegnahme der abgewelkten Blätter erleiden 19.
Hornspäne, ihre Wirkung auf den Boden durch Ammoniakbildung 136.
Humustheorie, ihre Aehnlichkeit mit der Stickstofftheorie 307.

J.

Japan, die Landwirthschaft dortselbst nach Maron 417.
Jarvisguano enthält 33 bis 34 Proc. phosphorsauren Kalk und 44 Proc. Gyps 289.
Jodpflanzen 61.
Johnson, Analysen verschiedener Flußwasser 392.

K.

Kali als pflanzlicher Nährstoff 3; saures weinsaures ist in den Frühlingstrieben des Weinstocks enthalten 7; seine Beziehungen zur Bildung der stickstofffreien Pflanzenbestandtheile 25; sein Verhalten in wässeriger Lösung gegen Ackererde für sich 69, oder an Säuren gebunden 71; seine Verbreitung im Boden 72; Mengen in dem Drain- und Lysimeterwasser 96. 98, in dem Quell- und Flußwasser 100. 101; Mengen, welche von verschiedenen Böden absorbirt werden 140; seine Verbreitbarkeit im Boden, seine Absorptionszahl 142. 146; wie viel jedes Bodentheilchen enthalten muß, um den Kalibedarf einer Mittelernte zu liefern 148; seine Nothwendigkeit für die Pflanzen 268; Gehalt der Asche daran 298; seine Verbreitbarkeit durch Gypswasser im Boden 360.
Kalk, pflanzlicher Nährstoff 3; seine Wirkung auf die Verbreitung der Kieselsäure 85; Anwendung des Kalkes auf den Feldern, Art seiner Wirkung 87 ff.; Gehalt des Bodens daran 261; Düngungsversuche mit ihm 363. 364; der Boden absorbirt ihn aus Kalkwasser 365.
Kalk phosphorsaurer, seine Verbreitbarkeit im Boden, seine Absorptionszahl 142 (vergl. Phosphate).
Kalkboden, Wirkung des Superphosphates auf ihn 269; bessere Wirkung des Guano als Phosphorsäuredüngemittel 271; sein Ammoniakverlust durch Oxydationsprocesse 343 (vergl. Boden).
Karl der Große, Ackerbau zu dessen Zeit 254 ff.; man düngte damals schon die Felder mit Mist und Mergel 255.
Kartoffel, ihre Entwickelung aus der Reservenahrung der Knollen 5; ihre Bewurzelung 12; der Boden, welches Nährstoffverhältniß er für ihr Gedeihen enthalten muß 134; Erträge auf ungedüngtem Felde 198, bei Düngung mit Stallmist 218, bei Guanodüngung 277, bei Düngung mit Rapskuchenmehl 294, bei Düngung mit Knochenmehl 291, bei Düngung mit

Digitized by Google

Aetzkalk 364; entzieht ihre Hauptnahrung den mittleren Schichten des Bodens 213; ihr Gehalt an Kali- und Phosphorsäure 243; Mitteleträge in Rheinhessen 265; Einfluß der Stickstoffnahrung auf ihre Entwickelung 344; Gehalt an Natron 352.

Keimungsproceß, zu seiner Einleitung gehört Feuchtigkeit, ein gewisser Wärmegrad und Sauerstoff der Luft 6; Stoffbildungen und Umwandlungen hierbei 7 ff.

Kieselsäure, Aschenbestandtheile der Pflanzen 3; ihre Absorption und Verbreitung im Boden 73, wenn der Boden organische Stoffe enthält 83, wenn ihm Kalk zugeführt wird 86 ff.; Absorptionsvermögen verschiedener Bodenarten für sie 141; Umstände, die auf ihre Verbreitung im Boden wirken 144; Wirkung des Stallmistes darauf 144; Absorptionszahlen 146; ihr Hydrat verliert seine Löslichkeit beim Austrocknen 84.

Klima, Einfluß auf die Bildung der Pflanzenvarietäten; Berücksichtigung bei der Auswahl der Samen 9 (vergl. Witterung).

Klee, Bewurzelung, welchen Boden er hierzu verlangt 12; Kleemüdigkeit des Bodens 159; Untersuchungen darüber 163 ff.; entnimmt seine Nahrung vorzugsweise dem Untergrund 165. 217; Art und Weise, wie der Boden für Klee gedüngt werden muß 170. 171; die Ausfuhr seiner Bestandtheile beeinträchtigt den Kornbau 188; Erträge an demselben auf ungedüngtem Boden 198, auf mit Stallmist gedüngtem 218, durch Guanodüngung 277, durch Düngung mit Knochenmehl 291, mit Rapskuchenmehl 294, mit Aetzkalk 364; von den Kleeerträgen sind die in der Praxis den Feldern gegebenen Stallmistmengen abhängig 249; Einfluß des Gypses und Bittersalzes auf den Ertrag und die Zusammensetzung 353; die Stengel und Blätter werden auf Kosten der Blüthenbildung vermehrt 356; Aschenzusammensetzung des mit Gyps gedüngten 357 ff.; höherer Kaligehalt dieser Asche 361; Analysen von verschiedenen gedüngten 443 ff., von krankem und gesundem 445.

Knochenmehl, seine Wirkung als Düngemittel 139; Vergleich seiner Wirksamkeit mit der des Guano 269. 270; gedämpftes 288, wie es im Boden wirkt 288; Asche desselben, wie deren Bestandtheile rascher im Boden wirksam gemacht werden können 289; Düngungsversuche damit 290 ff.; seine Wirkung auf verschiedenen Feldern ist verschieden 292; sein Stickstoffgehalt und seine Wirkung auf den Ertrag, verglichen mit Rapskuchenmehl und Guano 297.

Knop, Verhalten einer aus dem Boden genommenen blühenden Maispflanze bei ihrem Weiterwachsthum in reinem Wasser 41; Gehalt des Thau- und Regenwassers an Ammoniak und Salpetersäure 300, Vegetationsversuch mit Mais in der wässerigen Lösung seiner Nährstoffe 108. 395.

Kochsalz pflanzlicher Nährstoff 3. 24, seine Wirkung als Pflanzennahrungsstoff 135, als Bodenverbesserungsmittel, indem es wie Pflug und Atmosphäre auf ihn einwirkt 135. 348; verbreitet Nährstoffe im Boden, z. B. die Phosphate 81. 349; Düngungsversuche damit 349. 350.

Kohle, ihr Anziehungsvermögen für Farbstoffe, Salze und Gase, Vergleich in dieser Beziehung mit der Ackererde 68; ihre anziehende Kraft beruht auf ihrer physikalischen Beschaffenheit 68.

Kohlensäure, luftförmiger Nahrungsstoff der Pflanzen 3; ihr Einfluß auf das Wirksamwerden der Pflanzennahrung im Boden 78, auf die Verbreitung der Phosphate 81.

Kolbe, Bildung der salpetrigen Säure 340.

Kötitz, die daselbst angestellten Düngungsversuche, vergleiche Cunersdorf.

Korn s. Roggen.

Krocker, Stickstoffgehalt des Bodens 314, Untersuchung der Drainwasser 283.

Digitized by Google

Kuhlmann, Versuche mit Ammoniakverbindungen für sich und mit Zusätzen 315; mit Ammoniaksalzen und Kochsalz 349, mit Kalk 363 (die Versuche wurden auf Wiesen angestellt).
Kulturpflanzen s. Pflanzen.
Küchengewächse, ihr Gehalt an Natron 352.
Kupfer, Aschenbestandtheile verschiedener Pflanzen 58.

L.

Lage des Feldes, Einfluß auf den Ertrag 200.
Landpflanzen, Einfluß der Verdunstung auf ihre Saftbewegung 57. 373; Aufnahme der Nahrungsstoffe wie sie geschieht 57; sie nehmen aus wässerigen Lösungen Wasser und Salz in verschiedenen Verhältnissen auf 59; Salzlösungen im Boden, ihre schädliche Wirkung auf dieselben 59.
Landwirthschaft, welche Vorstellungen man über die Unerschöpflichkeit der Felder und deren Ersatzleistung hat 258 ff., japanische nach Maron 417; in tropischen Gegenden, nach Wagner 439 (vgl. Ackerbau); deren Betrieb s. Betrieb.
Lawes und Gilbert, Versuche über die Kleemüdigkeit des Bodens, ihre Schlüsse 163 ff.; Düngungsversuche mit Ammoniakverbindung, Ergebnisse 309 ff.
Leben, organisches, welche Naturgesetze es beherrschen 119.
Leinsamen von Kurland und Livland, sein Werth als Saatfrucht 10.
Lehmboden, Nährstoffgehalt und Erträge desselben, verglichen mit denen des Sandbodens 145; Vermischung des Lehmbodens mit Sandboden, Erfolg 145. 146.
Lemna, ihre Aschenbestandtheile, Vergleich mit den Bestandtheilen des Wassers, worin sie gewachsen 53.
Leuchtgas, bei seinem Verbrennen bildet sich salpetersaures Ammoniak 340.
Linaria vulgaris, seine Bewurzelung und Verbreitung von der Mutterpflanze aus 14.
Licht, eine kosmische Bedingung des Pflanzenlebens 4; Wirkung beim Keimungsproceß 6.
Lolium perenne, seine Bestockung 14.
Lysimeterversuche 96; Untersuchung des bei ihnen erhaltenen Wassers 98. 383.

M.

Macaire und Decandolle, Chondrilla muralis und Phaseolus vulgaris geben bei ihrem Wachsthum in Wasser organische Substanzen an dieses ab 7.
Magnesia, Gehalt verschiedener Böden daran 261; phosphorsaure, vortheilhafte Wirkung auf den Rübenertrag 226 (vgl. Bittererde).
Maispflanze, blühende des Bodens, in reines Wasser gesetzt liefert Kolben mit reifen Samen 41; Vegetation des Maises in den wässerigen Lösungen seiner Nährstoffe 391 ff.
Mangan, Nährstoff vieler Pflanzen; Manganpflanzen 61.
Maron, japanische Landwirthschaft 417.
Martius, Stärkemehl der Palmstämme 370.
Matricaria Chammomilla, Aschenanalyse 245.
Mäusegast, die daselbst angestellten Düngungsversuche s. Gunersdorf.
Mayer, Bestimmung des Stickstoffes der Asche und der Phosphorsäure in Gerealien und Hülsenfrüchten 161; Guanoanalyse 267; Verhalten des Stickstoffgehaltes verschiedener Böden gegen siedendes Wasser und Kalilauge 323 ff.
Meier, Kupfer ein constanter Bestandtheil von Weizen und Roggen 62.

Digitized by Google

Mergel, seine Anwendung in Deutschland zur Zeit Karl des Großen 255.
Metzler, Einfluß der Blattabnahme bei Runkelrüben auf die Entwickelung der Wurzel 29.
Mineralsubstanzen s. Aschenbestandtheile.
Minimum, Lehre von demselben 225; das Gesetz des Minimums gilt für alle Nährstoffe 227.
Mitscherlich, Keimungs- und Wachsthumsversuche 4.
Mittelernten, Begriff 363; in Bayern 221. 265; in Rheinhessen 264; in Preußen 265; sie lassen einen Schluß auf die Bodenerschöpfung zu 265.
Mohl, das Verschwinden des Stärkmehls aus den Zellen des Blattfielwulstes und sein Uebertritt in die Rindenzellen, Zeit in der es geschieht 19; Verlust der Saftfülle der Blätter gegen das Ende der Vegetation 19.
Moorerde, ihre Wirkung als Düngemittel 104.
Moorwasser, seine Untersuchung 394.

N.

Nägeli, Vegetationsversuche mit Bohnen in reinem Torf und solchem, welcher die Nährstoffe in physikalischer Bindung enthielt 111. 415.
Nahrungsstoffe der Pflanzen gehören dem Mineralreiche an; sie sind feuerbeständig oder luftförmig, ihre Aufnahme geschieht durch Wurzel und Blätter 3; ihre Aufnahme im Boden 27. 105; ihre Aufnahme ist kein einfacher osmotischer Proceß 54; Einfluß der Verdunstung auf die Aufnahme derselben 57; die Aufnahme derselben richtet sich nicht strenge nach dem Verbrauch, die Wurzeln haben vielmehr ein verschiedenes Aneignungsvermögen für sie 63; sie sind im rohen Boden chemisch gebunden, im Culturboden physikalisch gebunden enthalten 66. 73; im Zustand der physikalischen Bindung sind sie die Form, in welcher die Landpflanzen sie aufnehmen 67. 74. 259; ihre Absorption, dieselbe wenn sie mit Säuren verbunden sind 72; ihre Verbreitbarkeit im Boden, von was sie abhängt 73 ff.; ihr vermehrter Uebergang in die Aufnahmsform durch Bearbeitung des Bodens und den Einfluß der Witterung auf ihn 74; durch die Brache 76 ff. 143; Form, in welcher sie im landwirthschaftlich erschöpften und rohen Boden enthalten sind 77; die gebundenen im Boden, ihre Wirksammachung 78. 93 ff.; Mangel an einzelnen im Boden ist die Ursache seiner Erschöpfung 79; ihre Aufnahme im Boden, wie sie durch die Wurzelspitze geschieht 90. 91; die Vermehrung ihrer Oberfläche im Boden durch mechanische und chemische Mittel 91. 348; eine im Boden circulirende Lösung derselben existirt nicht 99. 105; ihr Uebergang durch eine mit saurer Flüssigkeit imbibirte Membran 105 Anm.; je größer ihre Oberfläche im Boden, desto wirksamer auf das Pflanzenwachsthum 116. 122. 145; wechseln ihren Ort im Boden nicht 122, durch welche Mittel ein Wechsel hervorgebracht wird 123 ff.; die Menge der aufnahmsfähigen, welche bei verschieden langer Vegetationszeit der Pflanzen im Boden vorhanden sein muß 128; ihre Unbeweglichkeit im Boden, deren Wirkung auf den Feldbau 131; wie die einseitige Vermehrung von einem derselben auf den Ertrag des Bodens wirkt 133; Herstellung ihres richtigen Verhältnisses im Boden, Folge 133 ff.; Wirkung des unrichtigen Verhältnisses 135. 136; ihre Verbreitbarkeit im Boden steht im umgekehrten Verhältnisse zu dessen Absorptionsvermögen 141; Wichtigkeit ihrer gleichförmigen Vertheilung im Boden 150; ihre Vertheilung im Strohstallmiste 150, im verrotteten Stallmiste 151, im Composte 151; ihre Verminderung im Boden durch die darauf angebauten Pflanzen 173; Menge derselben im Boden, um Mittelernten z. B. an Weizen und Roggen zu liefern 173 ff. 178; sind

Digitized by Google

im Culturboden nur theilweise in wirksamer Form vorhanden 176; theilweiser und vollkommener Ersatz derselben, Wirkung auf das Ertragsvermögen des Bodens 180. 181; die fixen sind das Bodencapital des Landwirthes 188; ihre verschiedene Menge und verschiedenes Verhältniß in den verschiedenen Feldern 202; ihre Dichtigkeit in denselben und wie diese sich zum Ertrage verhält 204 ff.; Verlust des Bodens an einzelnen ist nicht gleichwichtig für ihn 222; durch den in minimo im Boden enthaltenen Nahrungsstoff ist die Erschöpfung bedingt, Vermehrung dieses hebt sie auf 223. 226. 227; Vermehrung der im Ueberschuß vorhandenen ist erfolglos 224. 226. 227; das Gesetz des Minimums gilt für alle 227; ihre Durchlässigkeit im Boden, von was sie abhängt 233; die Raschheit ihrer Wirkung im Boden, von was sie abhängt 271 (vgl. Aschenbestandtheile).

Natron, Nährstoff der Pflanzen 3. 351. 352; salpetersaures als Nahrungs- und Bodenverbesserungsmittel 82. 136. 348; seine wässerige Lösung löst Phosphate 91; Einfluß auf die Entwickelung der Stickstofftheorie 305; Düngungsversuche mit ihm 350.

Naturgesetze besteht keines für sich allein; diejenigen, welche das organische Leben beherrschen 119; ihre Erforschung, Wichtigkeit derselben für die Landwirthschaft 230; ihre Wirkung auf Menschen und Thiere 251.

Naturerscheinung, wie man bei ihrer Erklärung zu verfahren hat 109.

Nilthal, die dauernde Fruchtbarkeit seiner Felder, Grund 257.

Nymphaea alba, ihre Aschenbestandtheile 62.

O.

Oberbobritzsch, die daselbst angestellten Düngungsversuche s. Cunersdorf.

Oberschöna, die daselbst angestellten Düngungsversuche s. Cunersdorf.

Organe der Pflanzen zur Aufnahme 3; die unterirdischen der ausdauernden Pflanzen, ihre Function 16 ff., ihre Größe 17.

Organische Stoffe, Zusammenhang ihrer Bildung in der Pflanze mit der Anwesenheit bestimmter Mineralsubstanzen 26; ihr Einfluß, den sie auf das Absorptionsvermögen des Bodens üben, z. B. gegen Kieselsäure 83 ff.; gegen Ammoniak 324; ihre Wirkung auf Thonboden 93; Einfluß ihrer Verwesungsproducte auf die Ueberführung der Nährstoffe des Bodens in die wirksame Form 78; ihre rasche Verwesung in Kalkboden 79; Bereicherung des Bodens durch die Cultur an ihnen; ihre Zuführung hebt die Erschöpfung des Bodens nicht auf 194.

Osmose, deren Gesetze und ihre Anwendung auf die Pflanzenwurzel 56; Aequivalent 56 Anm.; Untersuchungen über sie 57.

Oxalsäure des Peruguanos macht dessen Phosphorsäure löslich 270.

Oxydationsprocesse in der Luft, Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak hierbei 339.

P.

Palmstämme, deren Stärkmehl 370.

Peruguano, Ammoniakgehalt der jährlichen Einfuhr ausgedrückt in Kornwerthen 337 (vgl. Guano).

Pfalz, ihr Ackerbau, der Düngermangel, die Verwendung der Waldstreu als Dünger 254. 256; Mittelerträge 221.

Pflanze, ihre verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheile 3; ihre Nahrungsmittel sind unorganischer Natur, Aufzählung derselben, sie sind feuer-

Digitized by Google

beständig oder luftförmig 3; chemische und kosmische Bedingungen ihres Lebens 3. 4; ihre Entwicklung aus dem Keime oder Samen 4; ihre Ernährung ist ein Aneignungsproceß von außen aufgenommener Stoffe, Erfolg: Massenzunahme 6 ff.; Secretion organischer Stoffe durch die Wurzel 7; Einfluß ihrer ersten Bewurzelung auf die Entwickelung 8; die anfängliche Entwickelung der Aufnahmsorgane steht im Verhältniß zu den stickstofffreien Bestandtheilen des Samens 8; Varietät-Erzeugung von Samen, Boden und Klima abhängig 9; blühende, Einfluß der Witterung auf sie 10; Einfluß des Bodens auf ihre Bewurzelung 11; Art ihrer Bewurzelung deutet schon die Orte im Boden an, wo sie ihre Nahrung schöpft 12; ihre Bewurzelung, Kenntniß derselben eine Grundlage des Feldbaues 13; einjährige und dauernde, ihre Vermehrung und Bewurzelung 14; Wiesenpflanzen, Verbreitung ihrer Wurzeln im Boden 14; Einfluß des Bodens auf die Bewurzelung 14; Lebensproceß der dauernden 15, Bedeutung ihrer ausdauernden Organe für denselben 16. 17; Holzpflanzen, ihr Wachsthum und Entwickelung 18; Spargelpflanze 19; organische Arbeit in den ein- und zweijährigen Pflanzen 19; die Bildung ihrer organischen Stoffe abhängig von der Anwesenheit bestimmter Mineralstoffe in ihrem Organismus 26; einjährige, Unterscheidung bestimmter Lebensabschnitte in der Richtung ihrer organischen Thätigkeit 28, Wachsthum der Tabakspflanze 30 ff. und das der Haferpflanze als Beispiele 38 ff.; ausdauernde, die in ihren ausdauernden Organen angesammelte Reservenahrung verhält sich wie der Mehlkörper der Cerealien 29; Stoffbildung in derselben, ihre Beziehung zur Länge der Vegetationszeit und der Bewurzelung 42; ihre anfängliche Entwickelung 43, Vorgänge hierbei 44, Weiterwachsthum der jungen Pflanze 44; Entwickelung der jungen Pflanze in reinem Wasser 45 ff., Verhalten der stickstoffhaltigen Stoffe hierbei 45, Verhalten der stickstofffreien 46; Wachsthumsversuche bei Ausschluß der Stickstoffnahrung 46, Wirkung zugeführter Aschenbestandtheile hierbei 47, Verlauf der Vegetation; Unterschied der Entwickelung der Pflanzen in Lösungen und im Boden 48; ihre organische Arbeit ist stets auf die Erzeugung der Samenbestandtheile gerichtet 51; ihre Entwickelung und Massenzunahme auf sterilem Boden 57 Anm.; was zu ihrer Blüthe und Samenbildung, was zum normalen Verlauf der Vegetation überhaupt nöthig ist 52. 53; Mangel an Mineralsubstanzen, Erfolg 53; Aufnahme ihrer Nahrung ist kein einfacher osmotischer Proceß 54; die Seegewächse und Süßwasserpflanzen in dieser Beziehung 54 ff.; Einfluß der Verdunstung auf die Nahrungsaufnahme durch die Wurzel 57 ff.; die Nahrungsaufnahme durch die Wurzel richtet sich nicht einzig und allein nach dem Verbrauch in der Pflanze, die Wurzeln verschiedener Pflanzen haben vielmehr ein verschiedenes Aneignungsvermögen 63; dieses bestimmt in vielen Fällen den Standort der Pflanze 64; Barytaufnahme durch die Pflanzenwurzel 59; Aufnahme verschiedener fremder Stoffe in ihren Organismus 58 ff.; Wirkung faulender Stoffe im Boden auf sie 86, Wirkung bei tiefwurzelnden, wenn der Untergrund viel davon enthält 87; ihre bessere Bewurzelung im lockeren Boden 89; wie sie ihre Nahrung vom Boden aufnimmt 90; sie entzieht sie nicht einer Lösung daselbst 105; sie nimmt sie in unmittelbarer Berührung mit dem Boden auf 106; die Landpflanze kann aus Lösungen Nährstoffe aufnehmen, manche wachsen bei Ausschluß des Bodens in der wässerigen Lösung ihrer Nährstoffe 107. 108. 109. 395; sie nehmen aus dem Boden die physikalisch gebundenen Nährstoffe auf 111; Abschluß ihrer Vegetation, Einfluß des Bodens hierauf 114; Nährstoffmengen im Boden, damit sie gedeihen können 119. 128; ihre Wurzeloberfläche steht in Beziehung zur Menge der aufgenommenen Nahrung 123; Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf die Auswahl der anzubauenden 132; sie bedarf zu ihrem Gedeihen eine mit Nähr-

Digitized by Google

stoffen gesättigte Erde nicht 148; Grund, warum dieselben Pflanzen in der Cultur nicht fortwährend auf einem und demselben Boden gute Erträge liefern 158; jede verlangt im Boden eine bestimmte Menge und Verhältniß aufnehmbarer Nahrung 176; bodenschonende Pflanzen giebt es keine 187; ihre verbrennlichen Bestandtheile stammen aus der Luft, die unverbrennlichen aus dem Boden 193; Untergrund- und Ackerkrumepflanzen 205 ff.; ihre verschiedenen Anforderungen an den Boden und der verschiedene Ersatz, der bei der Cultur geleistet werden muß 260; sie erhält eine hinreichende Menge Stickstoffnahrung aus der Atmosphäre 301. 302; sie erhält mehr aus dieser, als sie dem Boden in der Ernte entzieht 303; Einfluß des Stickstoffdüngers auf das Aussehen der jungen Pflanzen 341; Pflanzen von schwacher Wurzel- und Blätterentwickelung, sowie von kurzer Vegetationszeit, Quantität der Nährstoffe, welche im Boden enthalten sein muß, damit sie eine gute Ernte liefern 342.

Phleum, seine Bewurzelung und Bestockung 14.

Phosphate, ihr Verhalten in wässerigen Lösungen gegen den Boden 69; ihre Verbreitbarkeit im Boden 73, Förderung derselben durch mechanische und chemische Mittel 86; Löslichkeitsvermögen verdünnter Lösungen von Kochsalz, Ammoniaksalzen und Chilisalpeter gegen sie 91; Kalksuperphosphat, seine Verwendung als Düngemittel 139; Absorptionszahl und Verbreitbarkeit des phosphorsauren Kalkes 146; Menge derselben, welche jedes Ackertheilchen aufnahmsfähig enthalten muß, um Cerealien-Mitternten hervorzubringen 148; Düngungsversuche mit denselben 253. 256; Einfluß auf die Samenerzeugung 233; geringer Gehalt des Bodens an denselben 261; Gehalt verschiedener Guanosorten daran 269. 288; die Wirkung der Phosphate ist sicherer bei gleichzeitig anwesendem Ammoniak 274; die im Handel vorkommenden, ihr Gehalt an Phosphorsäure 287 bis 292; Wirksammachung der Stickstoffnahrung des Bodens für die Pflanzen durch ihre Zufuhr, Versuche 328 ff.

Phosphorsäure, Nahrungsstoff der Pflanzen 3; ihre Beziehungen zur Bildung der stickstoffhaltigen Bestandtheile in den Pflanzen 25; kommt nicht oder selten in den durch die Böden fließenden Wassern vor 96 ff. (vgl. Phosphate).

Pierre, Gehalt des Bodens in verschiedenen Tiefen an Stickstoff 323.

Pincus, Kleeanalysen 443.

Poa pratensis, seine Bewurzelung und seine Verbreitung von der Mutterpflanze aus 14.

Poudrette, Begriff, ihr geringer Gehalt an Nährstoffen 282.

Praxis, landwirthschaftliche, ihre Erfahrung der Lehre der Schule gegenüber 330.

Protoplasma (Zellenbildungsstoffe), Bildung und fortwährende Vermehrung desselben durch die organische Arbeit in den Pflanzen 43 ff.

Q.

Quellwasser, Untersuchung desselben 100; sein Gehalt hängt von der Qualität der Bodenschichten ab, durch welche es fließt 102; Gehalt des Brückenauer an flüchtigen Fettsäuren 102.

R.

Raphanus Raphanistrum, Aschenanalyse 245.

Raps, geeignetes Feld für seinen Anbau 246; Mittelerträge in Rheinhessen 265; Bestandtheile seiner Samenasche 268.

Digitized by Google

Rapskuchenmehl, sein Werth als Düngemittel 292 ff.; Düngungsversuche mit ihm 294 ff.; dieselbe Menge bringt auf verschiedenen Feldern verschiedene Erträge hervor 295; Wirkung des in ihm dem Felde zugeführten Stickstoffes auf den Ertrag im Vergleich mit der Wirkung des Stickstoffes im Guano und Knochenmehl 296. 297.
Rastatt, Einrichtung der Militärabtritte daselbst 204.
Ratzeburg, Samenbildung der Waldbäume, wann sie eintritt 18.
Regenwasser, sein Gehalt an Salpetersäure und Ammoniak 300.
Reservenahrung der Pflanzenorgane, ihre Bildung, Anlagerung und Verwendung beim Wachsen der Pflanzen 4. 14. 19. 20. 30. 35 ff.
Rheinhessen, die Mittelerträge seiner Felder 264.
Reuning, seine Beziehung zu den Düngungsversuchen in Sachsen 197.
Roggen, der Kupfergehalt seines Samens 62; Menge der Nährstoffe, welche der Boden enthalten muß, um eine Roggenmittelernte zu liefern 121. 123. 175; Aschenzusammensetzung 121. 243; seine Ausfuhr ohne Ersatz erschöpft das Feld 198; Erträge auf ungedüngtem Feld 198, auf mit Stallmist gedüngtem 218, bei Guanodüngung 277, bei Knochenmehldüngung 290, bei Rapskuchenmehldüngung 294, bei Düngung mit Aetzkalk 364; Hectoliter- und Scheffelgewicht des Samens 221; sein Ertrag, von was er abhängig ist 207; durch die Wechselwirthschaft werden die Bedingungen der Samenerzeugung desselben vermindert 252; dessen Mittelerträge in Rheinhessen 265; Kosten des mit Ammoniak erzeugten 336.
Rosenberg-Lipinsky, seine Ansicht über die Unerschöpflichkeit der Felder durch die Cultur 347.
Roßkastanie, Untersuchung der Asche ihrer Frühlings- und Herbstblätter 368.
Runkelrübe, Einfluß des Blattens auf die Größe der Wurzel 29; vortheilhafte Wirkung von Gyps und Kochsalz, von phosphorsaurer Magnesia auf den Ertrag 226; die Dauer ihrer Erträge in russischer Schwarzerde 232; die Erschöpfung des Feldes durch ihren Anbau 232 Anm., Mittelertrag in Rheinhessen 265; ihr Gehalt an Natron 339.
Russel, Düngungsversuch mit verschiedenen Mengen Superphosphat auf Turnips, Resultate desselben 226.

S.

Sachsen, die daselbst angestellten Düngungsversuche, ihre Bedeutung 198 ff.
Saftbewegung in den Pflanzen, Einfluß der Verdunstung auf dieselbe 57. 373.
Sagopalme, Ansammlung der Reservenahrung im Stamme 28.
Salpetersäure wird vom Boden nicht absorbirt 72; Bildung derselben im Kalkboden 79. 343; ist ein Nahrungsmittel der Pflanze 82. 300; Bildung der salpetrigen Säure 340; ihre Anwesenheit in den atmosphärischen Wassern 300 ff. (vgl. Natron, salpetersaures).
Samen, die Entwickelung des jungen Pflänzchens geschieht auf Kosten seiner Reservenahrung 4; seine Bestandtheile 4; bei ihrer Keimung bildet sich Essigsäure 7; weitere Stoffmetamorphose bei dem Keimungsproceß 6 ff.; seine Auswahl als Saatfrucht, von was sie abhängig 8. 9; sein Einfluß auf die Varietätbildung der Pflanzen 8; Bedingungen der Samenbildung bei den Pflanzen 53.
Sandboden, Wirkung der Düngmittel auf ihn 139; sein Nährstoffgehalt 145; seine Vermischung mit Lehmboden, Erfolg 146 (vgl. Boden).
Säuren, fette, ihr Vorkommen im Brückenauer Quellwasser 102.
Sauerstoff, seine Nothwendigkeit beim Keimungsprocesse, die durch ihn bewirkten Veränderungen der Samenbestandtheile 6.

Digitized by Google

Sauſſure, Verhalten der Waſſer- und Landpflanzen bei ihrem Wachsthume in wäſſerigen Salzlöſungen 59.
Schattemann, Verſuch mit Ammoniakverbindung 308.
Scherer, Gehalt des Brückenauer Quellwaſſers an flüchtigen Fettſäuren 102.
Schlamm iſt mit Nährſtoffen geſättigte Erde 104.
Schleißheim, Düngungsverſuche mit Phosphaten 153. 156; Einfluß der Phosphorſäure auf die Wirkſammachung des Stickſtoffes im Schleißheimer Boden 328. 329.
Schloßberger, die Wurzeln der Land- und Waſſerpflanzen, ihr Verhalten gegen Salzlöſungen 59.
Schmid, über den Stickſtoffgehalt der ruſſiſchen Schwarzerde in verſchiedenen Tiefen 322.
Schönbein, Bildung von ſalpetrigſaurem Ammoniak bei Oxydationsproceſſen in der Luft 340.
Schubart, Bewurzelung der Halmgewächſe in ihrer erſten Wachsthumszeit 36.
Schulz-Fleeth, Aſchenbeſtandtheile von Nymphaea alba und Arundo phragmites 62.
Schwarzerde, ihre Ertragsfähigkeit für Korn und Rüben 232; ihr Gehalt an Stickſtoff in verſchiedenen Tiefen 322.
Schwefelſäure, Nahrungsſtoff der Pflanzen 3. 24; ſehr verdünnte Schwefelſäure, ihre Wirkung beim Befeuchten des Guanos 271.
Seepflanzen ſ. Waſſerpflanzen.
Sendtner, Samenbildung der Waldbäume 18.
Seuffert, Mittelerträge der Cerealien in Bayern 221.
Silicate werden durch Ammoniakſalzlöſungen zerſetzt 83.
Soldaten, deren Ernährung in Raſtatt, Gehalt ihrer Excremente an pflanzennährenden Stoffen 283, 284.
Spanien, Ertragsvermögen ſeiner Felder, frühere Geſetze über den Ackerbau 247; das Niederbrennen ſeiner Wälder, Grund 247.
Spargelpflanze, Art und Weiſe ihres Wachsthums, Aufſammlung von Reſervenahrung in den unterirdiſchen Trieben in den erſten Wachsthumsjahren 15; die ſpätere Verwendung der Reſervenahrung 16; Unterſuchung von blühenden und mit reifen Früchten beſetzter Spargelpflanzen 369.
Spelz, Hectoliter- und Scheffelgewicht der ungeſchälten 221; Mittelerträge in Rheinheſſen 265.
Staffel, Unterſuchung der Frühjahr- und Herbſtblätter des Nußbaumes und der Roßkaſtanie 368.
Stärkemehl der Blattſtiele verſchwindet, wenn ſie ihre Ausbildung erreicht haben, es geht in den Stamm zurück 19; der Palmſtämme 370.
Stallmiſt, ſtrohiger, ſeine Wirkung 143; ſein Einfluß auf die Verbreitung der Kieſelſäure 144; die ungleichförmige Vermiſchung ſeiner Beſtandtheile 150; im verrotteten iſt die Miſchung eine gleichförmigere 151; ſeine Zuſammenſetzung 151; ſeine Wirkung auf ſchwere Böden 152; er enthält die Aſchenbeſtandtheile des Futters der Thiere, welche ihn liefern 193; die Wiederherſtellung der Fruchtbarkeit der Felder beruht eben auf dieſem Gehalte 195. 197. 222; Düngungsverſuche mit ihm 218 ff.; dieſelbe Menge Stallmiſt bringt auf verſchiedenen Feldern verſchiedene Erträge hervor 219; die Stallmiſtmengen, welche in der Praxis den Feldern gegeben werden können, durch was ſie bedingt ſind 228; die den Feldern nöthigen Mengen ſtehen im umgekehrten Verhältniß zu dem Futterertrag, welchen die ungedüngten Felder liefern 229; er wurde ſchon zur Düngung in Deutſchland zur Zeit Karl des Großen verwendet 255; ſeine ertragserhöhende Wirkung im Vergleich zum Guano 272; er wirkt auf allen Feldern, weil er alle pflanzlichen Nähr-

Digitized by Google

stoffe enthält 273; welche andere Bestandtheile das Feld auf eine bestimmte Menge Phosphorsäure im Stallmiste noch erhält 275.
Stallmistwirthschaft, die Erscheinungen, welche sie beim praktischen Betrieb darbietet 197; ihre Wirkung auf die Zusammensetzung des Bodens 237; Erschöpfung des Untergrundes und zeitweilige Bereicherung der Ackerkrume 239; ihr Ende 240 ff.; Beispiel ihrer Wirkung an den sächsischen Versuchsfeldern gezeigt 242 bis 244; die Verunkrautung der Felder ist eine Folge derselben 245; im Verhalten der Felder in der Stallmistwirthschaft spiegelt sich die Geschichte des Feldbaues 246 ff.; Anhäufung von Stickstoffnahrung in der Ackerkrume durch den Stallmistbetrieb 342.
Standort der Pflanzen, von was er in vielen Fällen bedingt ist 64.
Stickstoff, die Pflanze bildet den ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile aus dem Ammoniak 3, aus der Salpetersäure 312; die Nothwendigkeit der Phosphorsäure hierbei 24; Verhalten der stickstoffhaltigen Bestandtheile der jungen Pflanzen bei ihrem Wachsen in reinem Wasser und bei Ausschluß der Stickstoffnahrung im Boden 46 bis 50; wie viel jedes Bodentheilchen enthalten muß zur Erzeugung einer Mittelernte 148; Gehalt verschiedener Böden daran 261. 317. 322; die natürlichen Quellen liefern den Pflanzen ihren Bedarf vollkommen 303; die Wirksamkeit der Düngmittel hängt nicht von ihrem Gehalte daran ab 305; Stickstoffnahrung für die Pflanzen, was man früher darunter verstand und jetzt 205. 206; seine gleiche Wirksamkeit im Boden wie im Dünger 318. 319; wie er im Boden wirksam wird 328 ff. 359; seine Verringerung durch die Ernten im Boden 323; er ist durch den intensivsten Betrieb nicht daran zu erschöpfen 339; sein Verhalten im Stallmist und Boden gegen Kalilauge 323; Vermehrung der Stickstoffnahrung im Boden, wie sie geschieht 339. 340; ihre Anhäufung in der Ackerkrume durch den Stallmistbetrieb 342; ihr Einfluß auf das Aussehen der jungen Pflanzen 344; Mengen die auf den verschiedenen sächsischen Feldern gewonnen wurden, und wie viel diese auf natürlichem Wege erhielten 302. 342.
Stickstofftheorie erhielt ihre Begründung durch den Peruguano und Chilisalpeter 305; nach ihr fehlt es dem Boden bloß an Ammoniak 307; ihre Aehnlichkeit mit der Humustheorie 307; ihre Ansicht über die Form des Stickstoffs im Boden 332.
Stohmann, das Absorptionsvermögen der Erde gegen Ammoniak 147; Vegetationsversuche mit der Maispflanze in den wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe 108. 405.
Stroh, von was der Ertrag, welchen der Boden liefern kann, abhängt 207 ff.; durch die Stallmistwirthschaft werden die Bedingungen zu dessen Erzeugung im Felde vermehrt 252.
Superphosphat, Begriff 287; sein Gehalt an löslicher Phosphorsäure 287; versieht die oberen Schichten des Feldes mit Phosphorsäure 288; seine Wirkung auf Kalkböden 288; Wirkung verschiedener Menge auf Turnips 225 (vgl. Phosphate).

T.

Tabackspflanze als Beispiel der Entwickelung einer jährigen Pflanze 30; gleichförmige Entwickelung ihrer oberirdischen und unterirdischen Theile 31; ihre Stickstoffverbindungen 31; verschiedene Methoden ihres Anbaues und der Boden hierzu 32. 246; sein Anbau in Havannah 32; Einfluß der Stickstoffdünger, der Kalidünger 32, des Geizens 33, auf die Güte der Blätter 52; Reife der Blätter; wie die Samenbildung auf ihre Verbesserung wirkt 33; verschiedener Stickstoffreichthum der Blätter je nach ihrem Stand an der Pflanze und ihrem Alter 34; europäischer und amerikanischer Tabacksbau 34;

Digitized by Google

Verhalten des Stengels nach der Abnahme der Blätter, er bildet neue Zweige 34; Art der Ernte in Amerika und der Pfalz 34. 35; die Blätter, welche zu Rauch- und Schnupftaback am geeignetsten sind, ihre Zubereitung 31.
Thau, sein Gehalt an Ammoniak und Salpetersäure 300.
Thonboden, Wirkung der Düngemittel auf ihn 139; die langsame Oxydation der organischen Stoffe in demselben 87; Erfolg seiner Vermischung mit Sand 145 (vgl. Boden).
Torf, seine Zusammensetzung, sein Absorptionsvermögen 112. 113; Vegetationsversuche in reinem und zubereitetem 111 ff. 415; seine Verwendung zur Compostbereitung und zur Firirung der Nährstoffe in der Mistjauche 152; mit schwerem Boden vermischt vermindert er dessen Zusammenhang 155.
Träger, seine Düngungsversuche mit Aetzkalk 364.
Triticum repens, Bewurzelung 14.
Tschernosem s. Schwarzerde, russische.
Turnipsrübe, ihre Untersuchungen in den verschiedenen Wachsthumsstadien 20 ff.; in der ersten Hälfte der Vegetationszeit ist die organische Arbeit auf Herstellung und Ausbildung der äußeren Organe gerichtet 21; im zweiten Stadium vorwiegende Blattzunahme, im dritten überwiegende Zunahme der Wurzel 21 ff.; Aufnahme der Aschenbestandtheile in diesen verschiedenen Stadien 24 ff.; Verwendung der im ersten Jahre in der Wurzel angesammelten Reservenahrung im nächsten Frühjahr 27; Wirkung des Superphosphats auf den Ertrag 226, desgleichen von Gyps, Kochsalz und phosphorsaurer Magnesia 226.

U.

Unkräuter, dauernde, ihre Bewurzelung 14; zeigen die Beschaffenheit der Felder an 245; Aschenanalysen verschiedener 245 Anm.
Untergrund s. Boden.
Valencia, Fruchtbarkeit der Felder daselbst 249.

V.

Vegetationszeit der Pflanzen, ihr Einfluß auf die Stoffbildung derselben 42; durch sie ist die Menge der aufnahmsfähigen Nahrung im Boden bedingt 138; Einfluß des Bodens auf den Abschluß derselben 114.
Verbreitbarkeit der Nährstoffe im Boden verhält sich umgekehrt wie dessen Absorptionsvermögen 141; von Ammoniak, Kali, phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia 142; Mittel zu ihrer rascheren im Boden 143 ff.
Verwesungsproceß organischer Stoffe erzeugt Wärme 79; sein Einfluß auf den Boden 79; Verlauf bei Anwesenheit von Kalk im Boden 79; Bildung von Salpetersäure im Kalkboden durch ihn 80. 322.
Viola calaminaria, ihr Zinkgehalt 61.
Völker, Verhalten des Bodens gegen concentrirte Ammoniaklösung 147; Verhalten des Wassers gegen einen mit Ammoniak gesättigten Boden 147; Untersuchung von Stalldünger 157; Verhalten des Stickstoffs des Stallmistes gegen Kalilauge 326.

W.

Wachsthum der Pflanze besteht in einer Zunahme an Masse 6.
Wärme, eine kosmische Bedingung des Pflanzenlebens 4; Wirkung beim Kei-

Digitized by Google

mungsproceß 6; Einfluß auf den Uebergang der gebundenen Nährstoffe in die wirksame Form 78.
Wagner, der Culturboden der heißen Zone, seine Erschöpfung und sein Ersatz 439.
Waldbäume, Gehalt ihrer Rinde an Blei, Zink und Kupfer 58; ihre Samenerzeugung, wann sie eintritt 18.
Walderde für sich und mit Kalk vermischt, ihr Absorptionsvermögen gegen Kieselsäure 85, gegen Ammoniak 324.
Wälder, ihre Beraubung, Gründe 247; ihr Niederbrennen in Spanien, Ursache 249.
Waldstreu, ihre Entfernung aus dem Walde, Nachtheile derselben 19. 104.
Wallnußbaum, Aschenzusammensetzung seiner Frühjahr- und Herbstblätter 368.
Walz, seine Ansicht über die Unerschöpflichkeit des Culturbodens 346.
Wasser, Nahrungsstoff der Pflanzen 3; seine Nothwendigkeit beim Keimen des Samens, seine Wirkung hierbei 6; stehendes im Boden ist schädlich für das Pflanzenwachsthum 78; natürliches durch den Boden gegangenes, sein Gehalt an verschiedenen Stoffen ist von der Bodenbeschaffenheit abhängig 102 (vgl. die einzelnen Arten).
Wasserpflanzen, verschiedene Verhältnisse an anorganischen Nährstoffen in denselben 55 (Wasserlinse, Tange); ihr Mangangehalt 55. 61 Anm.; nehmen aus Salzlösungen Wasser und Salz in verschiedenem Verhältniß auf 59.
Way, Untersuchung von Drainwasser 95. 382.
Wechselwirthschaft, erfordert zu ihrem Betriebe eine geringe Summe von Wissen 251; allmäliger Verlust der Ertragsfähigkeit der Felder durch sie 252 (vgl. Stallmistwirthschaft).
Weinstein, sein Vorkommen im Safte der Frühjahrstriebe des Weinstocks 7.
Weinstock, seine Frühlingstriebe enthalten in ihrem Safte saures weinsaures Kali 7.
Weizenpflanze, ihre Bewurzelung 11; der Samen aus Odessa sehr gute Saatfrucht 10; der Erfolg ihres Abschneidens vor der Blüthe 41; ihr Wachsthum in reinem Wasser 47; Kupfergehalt des Samens 62; Nährstoffe, wie viel der Boden enthalten muß, um eine Mittelernte an Weizen zu liefern 121. 123. 148. 175; sie gedeiht nicht auf Roggenboden, Grund 122. 127; Verhältniß der Nährstoffe, wie sie es im Boden verlangt 134; Gewicht eines Hectoliters, eines Scheffels Samen 221; Mittelertrag in Bayern 221, in Rheinhessen 264; Bestandtheile der Samenasche 268.
Weyhenstephan, Stickstoffgehalt des Bodens und des Ertrages, den er lieferte 316; Düngungsversuch mit salpetersauren Alkalien 349.
Wiesenpflanzen, Bedeutung der unterirdischen Sprossen für ihr Leben 17; die Verbreitung ihrer Wurzeln im Boden 14; ihre Erträge, von was sie abhängig sind 18; saure, Folge der Entwässerung auf sie 84; desgleichen bei Anwendung von Kalk 85; Düngungsversuche mit Ammoniakverbindungen für sich und mit Zusätzen 315; ferner mit Ammoniaksalzen und Kochsalz 349; mit Kalk 364; ihr Gehalt an Natron 252.
Witterung, Einfluß auf Blüthe und Samenbildung 10, auf das Fruchtbarwerden des rohen Bodens 66 ff., auf den Ertrag 200. 201 (vgl. Klima und Atmosphäre).
Wittstein, Untersuchung von Flußwasser, Moorwasser und von Fontinalis antipyretica 393 ff.
Wolle, ihre Wirkung auf den Boden durch Ammoniakbildung 139.
Wurzel der Pflanzen, Aufnahmsorgan für die im Boden enthaltenen Nährstoffe 3; sie ist außerdem ein Magazin der Reservenahrung für die Pflanzen 13; ihre Länge bei verschiedenen Pflanzen 13, die der jährigen und der ausdauernden Gewächse 14 ff.; ihr Vermögen den Uebergang verschiedener Stoffe

Digitized by Google

aus den sie umgebenden Medien auszuschließen, ist nicht absolut 58; ihre verschiedene Anziehung für die pflanzlichen Nährstoffe 63; sie nimmt mit ihrer Spitze die Nahrung im Boden auf, der ältere Theil ist mit Korksubstanz überzogen (bei den Landpflanzen) 89; der Saft derselben reagirt sauer 90, Bedeutung dieser Reaction für die Aufnahme der Bodennahrung 91; ihre Oberfläche, in welchem Verhältnisse die Nahrungsaufnahme aus dem Boden zu ihr steht 123; Weg, um ihre Oberfläche festzustellen 127.

3.

Zellbildungsstoffe s. Protoplastem.

Zelle, pflanzliche, ihre Bildung ist bedingt durch das Vorhandensein von Protoplastem, ihre dauernde Bildung durch dessen fortwährende Neuerzeugung 44 ff.

Zink, seine Anwesenheit in verschiedenen Waldbäumen 58.

Zöller, Gehalt der Wasserpflanzen an Mangan 61, des Wassers an letzterem 61 Anm.; Untersuchung der Lysimeterwasser 97. 383; Vegetationsversuch in reinem Torfboden und solchem, der die Nährstoffe in physikalischer Bindung enthielt 111. 415; Analyse zweier Weizenböden 125; Analysen von Schleißheimer Erde 153. 156; Analyse von Guano 267; Einfluß des Natrons auf die Ausbildung des Gerstenkorns 351; Untersuchung von Buchenblättern in verschiedenen Wachsthumszeiten 369; Untersuchung von blühenden und mit Früchten besetzten Spargelstengeln 372.

Berichtigung.

Seite 113, Zeile 12 von unten lies: Anhang F, statt Anhang E.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google